

**PERHITUNGAN PRODUKTIVITAS DAN BIAYA PENGOPERASIAN
TOWER CRANE PADA PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG
PUSAT INFORMASI DAN PERPUSTAKAAN
UNIVERSITAS NEGERI PADANG**

PROYEK AKHIR

*Proyek Akhir Ini Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar
Diploma pada Program Studi Teknik Sipil Bangunan Gedung Fakultas Teknik
Universitas Negeri Padang*



Oleh:

M REVANDZA ARMANIKA

NIM. 20062030

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL BANGUNAN GEDUNG

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI PADANG

2023

PERSETUJUAN PROYEK AKHIR

PERHITUNGAN PRODUKTIVITAS DAN BIAYA PENGOPERASIAN TOWER CRANE
PADA PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG PUSAT INFORMASI DAN
PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS NEGERI PADANG

Nama : M Revandza Armanika
NIM : 20062030
Prodi : D III Teknik Sipil Bangunan Gedung
Departemen : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik

Padang, 16 Agustus 2023

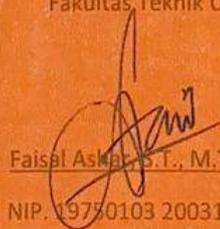
Disetujui Oleh
Dosen Pembimbing



Risma Apdeni, ST., MT

NIP. 19710407 199903 2 002

Mengetahui
Ketua Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik UNP



Faisal Asmat, S.T., M.T., Ph.D

NIP. 19750103 200312 1 001

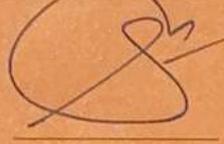
PENGESAHAN PROYEK AKHIR

PERHITUNGAN PRODUKTIVITAS DAN BIAYA PENGOPERASIAN *TOWER CRANE*
PADA PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG PUSAT INFORMASI DAN
PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS NEGERI PADANG

Nama : M Revandza Armanika
NIM : 20062030
Prodi : D III Teknik Sipil Bangunan Gedung
Departemen : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Tim Penguji dan dinyatakan Lulus sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Diploma Teknik pada Prodi Teknik Sipil Bangunan Gedung, Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang.

Padang, 16 Agustus 2023

Nama	Tim Penguji	Tanda Tangan
1. Ketua	: Risma Apdeni, ST., MT	
2. Anggota	: Prof. Dr. M. Giatman, MSIE	
3. Anggota	: Oktaviani, S.T., M.T	

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillah segala Puji bagi Allah SWT yang telah memberikan nikmat dan syukur, serta pertolongan dan kemudahan dalam penyusunan Proyek Akhir ini. Proyek Akhir ini saya persembahkan kepada kedua orang tua saya, yang telah mendoakan serta memberikan saya dukungan dan semangat secara penuh untuk menyelesaikan Proyek Akhir ini. Untuk Papa dan Mama, terima kasih atas segalanya hingga Alhamdulillah saya dapat menyelesaikan studi Diploma saya tepat waktu.

Selanjutnya Proyek Akhir ini saya persembahkan kepada Abang Vandre, Kak Nindi dan adik saya Valissa yang selalu memberikan dukungan dan semangat penuh kepada saya selama menyusun proyek akhir ini. Terima kasih atas motivasi yang diberikan agar saya bisa wisuda secepatnya.

Untuk sahabat dan teman terdekat saya Aini Safa Salsabila, Jihan Miladatul dan Jesika Anastasya Valentina, terima kasih telah mau berjuang beringan bersama, telah menjadi sahabat yang setia mendengar keluh kesah saya selama mengerjakan Proyek Akhir ini. Terima kasih juga untuk Aini yang telah menjadi teman saya selama melaksanakan penelitian dan mengerjakan Proyek Akhir ini dari awal hingga selesai.

Untuk senior PTB 19 sesama PLI yang telah memberikan motivasi kepada saya sehingga saya bisa tergerak untuk memulai penulisan Proyek Akhir ini, dan untuk orang-orang yang namanya tidak bisa saya sebutkan satu per satu, terima kasih telah memberikan dukungan serta membersamai langkah saya selama mengerjakan Proyek Akhir ini.

Untuk teman-teman Angkatan D3 Teknik Sipil 20 terima kasih telah memberikan saya semangat dan dukungan dalam penulisan Proyek Akhir ini.

Untuk semua, terima kasih dari Revandza

MOTTO

"No matter what happens in life, be good to people. Being good to people is a wonderful legacy to leave behind."



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
Jl Prof Dr. Hamka Kampus UNP Air Tawar Padang 25171
Telp (0751) 7059996 FT: (0751) 7055644, 445118 Fax: 7055644
E-mail: info@ft.unp.ac.id

SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : M. Revandza Armanika
NIM/TM : 20062030 / 2020
Program Studi : D3 Teknik Sipil Bangunan Gedung
Departemen : Teknik Sipil
Fakultas : FT UNP

Dengan ini menyatakan, bahwa Skripsi/Tugas Akhir/Proyek Akhir saya dengan judul Perhitungan Produktivitas dan Biaya Pengoperasian Tower Crane pada Proyek Pembangunan Gedung Pusat Informasi dan Perpustakaan Universitas Negeri Padang.

Adalah benar merupakan hasil karya saya dan bukan merupakan plagiat dari karya orang lain. Apabila suatu saat terbukti saya melakukan plagiat maka saya bersedia diproses dan menerima sanksi akademis maupun hukum sesuai dengan hukum dan ketentuan yang berlaku, baik di institusi UNP maupun di masyarakat dan negara. Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab sebagai anggota masyarakat ilmiah.

Diketahui oleh,
Ketua Departemen Teknik Sipil

(Faisal Asmar, ST.,MT.,Ph.D)
NIP. 19750103 200312 1 001

Saya yang menyatakan,



M. Revandza Armanika
NIM: 20062030

BIODATA

A. Data Diri

Nama : M Revandza Armanika
Tempat/Tanggal Lahir : Manggilang/ 25 April 2002
Jenis Kelamin : Laki-laki
Agama : Islam
Golongan Darah : B
Anak ke : 2 (Dua)
Nama Ayah : Armanik
Nama Ibu : Retmanini
Alamat : Parit Lapis, RT.04, Kelurahan Mekar Jaya, Kec.
Betara, Kab. Tanjung Jabung Barat, Prov. Jambi
Email : mrevandzaarmanika25@gmail.com



B. Riwayat Pendidikan

a. SD : SDN 01 Manggilang
b. SMP : SMPN 02 Kec. Pangkalan Koto Baru
c. SMA/SMK : SMAN 06 Tanjung Jabung Barat
d. Universitas : Universitas Negeri Padang

C. Proyek Akhir

a. Judul : Perhitungan Produktivitas dan Biaya Pengoperasian *Tower Crane* pada Proyek Pembangunan Gedung Pusat Informasi dan Perpustakaan Universitas Negeri Padang
b. Tanggal Sidang : 16 Agustus 2023

ABSTRAK

M Revandza Armanika, 2023. PERHITUNGAN PRODUKTIVITAS DAN BIAYA PENGOPERASIAN *TOWER CRANE* PADA PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG PUSAT INFORMASI DAN PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS NEGERI PADA

Alat berat merupakan faktor penting dalam pelaksanaan proyek konstruksi dengan skala yang besar. Fungsi alat berat adalah untuk membantu pelaksanaan pekerjaan agar dapat dilaksanakan dengan lebih mudah dan dalam waktu yang lebih singkat. Salah satu proyek konstruksi yang memanfaatkan alat berat dalam pelaksanaannya adalah Proyek Pembangunan Gedung Pusat Informasi dan Perpustakaan Universitas Negeri Padang, yaitu *tower crane*. Kinerja alat berat ditentukan oleh banyak faktor, terutama produktivitasnya di lapangan. Oleh sebab itu perhitungan produktivitas alat berat sangat penting dalam perencanaan penggunaan alat berat. Namun pada proyek ini pihak kontraktor belum memiliki detail perhitungan produktivitas alat berat *tower crane*, dikarenakan belum mendapatkan waktu dan staf khusus untuk melakukan perhitungan. Perencanaannya hanya diperkirakan berdasarkan pengalaman perusahaan dalam melaksanakan proyek konstruksi sebelumnya. Berdasarkan hal tersebut, proyek akhir ini bertujuan untuk menghitung produktivitas efektif serta biaya pengoperasian alat berat *tower crane*.

Jenis metode yang digunakan pada proyek akhir ini adalah studi kasus dengan pengumpulan data menggunakan teknik wawancara terhadap narasumber di lapangan dan melakukan perhitungan menggunakan rumus produktivitas serta biaya pengoperasian alat berat. Data yang diperoleh berupa data volume pekerjaan kolom lantai lima yang meliputi pekerjaan pengangkatan tulangan kolom, pengangkatan bekisting kolom dan pengecoran kolom menggunakan *concrete bucket*. Selain itu, terdapat data waktu siklus dari alat berat *tower crane* yang didapatkan berdasarkan pengamatan langsung di lapangan menggunakan *stopwatch*.

Dari perhitungan yang telah dilakukan, diperoleh produktivitas efektif rata-rata *tower crane* pada pekerjaan pengangkatan tulangan kolom sebesar 15,11 Kg/ menit, pengangkatan bekisting kolom sebesar 55,08 Kg/ menit, dan pengecoran kolom menggunakan *concrete bucket* sebesar 427,06 Kg/ menit. Adapun biaya pengoperasian *tower crane* per jam sebesar Rp 220.094,85/jam, biaya pengoperasian *tower crane* untuk pekerjaan kolom Lantai 5 sebesar Rp22.889.864,40 dan total biaya pengoperasian *tower crane* sebesar Rp 1.011.498.280,00 untuk 8 bulan pemakaian.

Kata kunci: Alat Berat, Produktivitas, Biaya Pengoperasian, *Tower Crane*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis sampaikan ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, karunia dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Proyek Akhir ini. Tidak lupa shalawat serta salam penulis sampaikan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW.

Penulisan proyek akhir ini dibuat untuk memenuhi persyaratan bagi penulis untuk mendapatkan gelar Ahli Madya Teknik di Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang. Penyusunan Proyek Akhir dengan judul “Perhitungan Produktivitas dan Biaya Pengoperasian *Tower Crane* pada Proyek Pembangunan Gedung Pusat Informasi dan Perpustakaan Universitas Negeri Padang” ini, tidak lepas dari pengarahan dan bimbingan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada:

1. Ibu Risma Apdeni, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Proyek Akhir yang dengan sabar telah membimbing Penulis serta memberikan petunjuk, pengarahan serta nasihat dalam menyelesaikan Proyek Akhir ini.
2. Bapak Prof. Dr. M. Giatman, MSIE sebagai dosen penguji
3. Ibu Oktaviani, S.T., M.T., sebagai dosen penguji
4. Bapak Faisal Ashar, S.T., M.T., Ph.D., selaku Kepala Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
5. Ibu Dr. Eng. Nevy Sandra, S.T., M.Eng., selaku Koordinator Prodi DIII Teknik Sipil Bangunan Gedung Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
6. Ibu Yuwalitas Gusmareta, S.Pd., M.Pd.T., selaku Dosen Pembimbing Akademik Penulis.
7. Bapak Suharianto, S.T., M.T., selaku *Project Manager* PT Nusa Konstruksi Enjiniring, Tbk., yang telah memberikan izin untuk melakukan observasi serta pengambilan data yang digunakan dalam penyusunan Proyek Akhir.
8. Seluruh staf PT Nusa Konstruksi Enjiniring, Tbk., yang telah membantu Penulis selama di lapangan.

9. Sahabat, senior, dan teman-teman seperjuangan Penulis yang telah memberikan semangat, dukungan serta motivasi kepada Penulis dalam proses menyelesaikan proyek akhir ini.

Proyek Akhir ini masih jauh dari kata sempurna, masih terdapat kekurangan dan kesalahan baik dari segi penyajian materi ataupun pemilihan kata-kata. Oleh karena itu penulis sangat menghargai kepada siapapun yang berkenan memberikan kritik dan saran yang dapat penulis jadikan bahan pertimbangan dalam memperbaiki kekurangan tersebut. Penulis berharap proyek akhir ini bisa berguna bagi orang lain dalam menambah wawasan di bidang Produktivitas dan Biaya Pengoperasian *Tower Crane*.

Padang, 16 Agustus 2023

M Revandza Armanika

2020/20062030

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL	
HALAMAN PERSETUJUAN	
HALAMAN PENGESAHAN	
HALAMAN PERSEBAHAN	
MOTTO	
SURAT KETERANGAN PLAGIAT	
BIODATA	
ABSTRAK	
KATA PENGANTAR	
DAFTAR ISI	i
DAFTAR TABEL	iv
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR LAMPIRAN	vi
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan dan Manfaat.....	3
C. Batasan Masalah	3
D. Spesifikasi Teknis.....	4
BAB II KAJIAN PUSTAKA	5
A. Alat Berat.....	5
1. Pengertian Alat Berat.....	5
2. Pengelompokan Alat Berat.....	5
3. Faktor yang Mempengaruhi Pemilihan Alat Berat.....	7
4. Keuntungan Penggunaan Alat Berat.....	9
B. <i>Tower Crane</i>	9
1. Bagian-Bagian <i>Tower Crane</i>	10
2. Jenis <i>Tower Crane</i>	11
3. Mekanisme Kerja <i>Tower Crane</i>	15

4.	Dasar Pemilihan <i>Tower Crane</i>	15
C.	Produktivitas Alat Berat.....	16
1.	Waktu Siklus	16
2.	Faktor Efisiensi	17
3.	Prinsip Dasar dalam Perhitungan Produktivitas Alat Berat	19
D.	Biaya Pengoperasian Alat Berat	20
1.	Biaya Mobilisasi dan Demobilisasi.....	20
2.	Biaya <i>Erection</i> dan <i>Dismantling</i>	20
3.	Biaya Operator	20
4.	Biaya Listrik.....	21
5.	Biaya <i>Maintenance</i>	21
6.	Biaya Pelumas	21
7.	Biaya Fondasi.....	21
BAB III PROSEDUR DAN TAHAPAN PERHITUNGAN/RANCANGAN		22
A.	Waktu dan Tempat.....	22
B.	Data	22
1.	Data Primer.....	22
2.	Data Sekunder	23
C.	Perhitungan Data.....	24
1.	Menghitung Produktivitas Alat Berat <i>Tower Crane</i>	24
2.	Menghitung Biaya Pengoperasian Alat Berat <i>Tower Crane</i>	25
D.	Bagan Alur Proses Pelaksanaan Proyek Akhir	25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		27
A.	Deskripsi Proyek	27
B.	Data	27
1.	Data Primer.....	27
2.	Data Sekunder.....	29
C.	Perhitungan Data.....	32
1.	Perhitungan Produktivitas <i>Tower Crane</i>	32
2.	Perhitungan Biaya Pengoperasian <i>Tower Crane</i>	37

D.	Hasil Analisis.....	39
1.	Hasil Perhitungan Produktivitas Efektif Rata-Rata <i>Tower Crane</i> ...	40
2.	Hasil Perhitungan Biaya Pengoperasian <i>Tower Crane</i>	40
E.	Pembahasan.....	41
BAB V	PENUTUP	42
A.	Kesimpulan.....	42
B.	Saran	42
DAFTAR PUSTAKA	43
DAFTAR LAMPIRAN	45

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Nilai Faktor Efisiensi	18
Tabel 2. Faktor Efisiensi Kerja	19
Tabel 3. Spesifikasi Alat Berat <i>Tower Crane</i>	29
Tabel 4. Waktu Kerja <i>Tower Crane</i> di Lapangan	30
Tabel 5. Data Harga Peralatan	32
Tabel 6. Perhitungan Total Biaya Pengoperasian <i>Tower Crane</i>	39
Tabel 7. Hasil Perhitungan Produktivitas <i>Tower Crane</i>	40
Tabel 8. Hasil Perhitungan Biaya Pengoperasian <i>Tower Crane</i>	40

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Bagian-bagian <i>Tower Crane</i>	11
Gambar 2. <i>Free Standing Crane</i>	12
Gambar 3. <i>Rail Mounted Crane</i>	13
Gambar 4. <i>Tied In Crane</i>	14
Gambar 5. <i>Climbing Crane</i>	14
Gambar 6. Lokasi Proyek.....	22
Gambar 7. <i>Tower Crane</i>	30

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Tugas Pembimbing	45
Lampiran 2. Surat Izin Penelitian	46
Lampiran 3. Perhitungan Berat Tulangan Kolom Lantai 5	47
Lampiran 4. Perhitungan Waktu Siklus Pengangkatan Tulangan Kolom	48
Lampiran 5. Perhitungan Waktu Siklus Pengangkatan Bekisting Kolom	50
Lampiran 6. Perhitungan Waktu Siklus Pengecoran Kolom.....	52
Lampiran 7. Gambar Kerja Kolom Lantai 5	56
Lampiran 8. Detail Kolom Lantai 5	57
Lampiran 9. Denah Posisi <i>Tower Crane</i>	58
Lampiran 10. Dokumentasi Wawancara	59
Lampiran 11. Proses Perhitungan Waktu Siklus Alat Menggunakan <i>Stopwatch</i> ..	60
Lampiran 12. Pekerjaan Pengangkatan Tulangan Kolom	61
Lampiran 13. Pekerjaan Pengangkatan Bekisting Kolom.....	62
Lampiran 14. Pekerjaan Pengecoran Kolom Menggunakan Concrete Bucket	63
Lampiran 15. Hasil Wawancara.....	64
Lampiran 16. Catatan Konsultasi dengan Dosen Pembimbing	65

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Universitas Negeri Padang merupakan salah satu perguruan tinggi negeri yang ada di Kota Padang, Provinsi Sumatra Barat. Semenjak didirikan pada tanggal 23 Oktober 1954, Universitas Negeri Padang telah mengalami banyak perubahan. Perubahan yang terjadi bukan hanya pada nama dan tempat kedudukannya tetapi juga status serta berbagai program studi yang dikembangkannya.

Universitas Negeri Padang terus melakukan pengembangan dengan memperbaharui sarana dan prasarana yang dimiliki, salah satunya adalah proyek Pembangunan Gedung Pusat Informasi dan Perpustakaan Universitas Negeri Padang yang bertempat di kampus utama Universitas Negeri Padang atau tepatnya berada di belakang gedung rektorat lama. Proyek ini berdiri di atas lahan seluas 5.880 m² dengan total luas lantai 11.252,48 m² yang terdiri dari 6 lantai (Data Proyek, 2023). Pada pelaksanaan proyek Pembangunan Gedung Pusat Informasi dan Perpustakaan Universitas Negeri Padang, terdapat berbagai jenis dan tingkat pekerjaan yang dilakukan, baik yang dilakukan menggunakan tenaga manusia maupun menggunakan alat berat.

Dalam dunia teknik sipil, alat berat merupakan alat untuk membantu pekerjaan, terutama dalam skala besar. Tujuannya untuk memudahkan dalam melaksanakan pekerjaan sehingga hasil yang diharapkan dapat dicapai dalam waktu yang lebih singkat (Rostiyanti, 2008). Salah satu alat yang sering digunakan pada pelaksanaan pembangunan gedung bertingkat adalah *tower crane* (TC). *Tower crane* banyak digunakan karena ketinggian *tower crane* dapat disesuaikan dengan tinggi bangunan dan juga memiliki jangkauan yang lebih luas (Ahmad & Mas, 2012). Oleh karena itu, penggunaan *tower crane* pada pekerjaan proyek dapat membantu pelaksanaan pekerjaan sehingga lebih mudah dan dalam waktu yang relatif lebih singkat. Proyek Pembangunan Gedung Pusat Informasi dan

Perpustakaan Universitas Negeri Padang menggunakan satu unit *tower crane* type MC 235 B dengan panjang Jib 65 meter yang digunakan sebagai alat untuk memindahkan material (*material handling equipment*) dari satu tempat ke tempat lain, baik secara vertikal atau horizontal.

Salah satu hal yang penting dalam pemilihan alat berat untuk proyek konstruksi adalah mengidentifikasi alat untuk mengetahui fungsi serta dapat memperkirakan produktivitas kerja alat (Amalia & Purwadi, 2017). Setiap penggunaan alat berat seperti *tower crane* memerlukan biaya pengoperasian yang cukup besar. Salah satu faktor yang mempengaruhi biaya adalah lamanya waktu pemakaian alat tersebut, sehingga kontraktor harus merencanakan waktu dengan baik karena akan berkaitan dengan produktivitas dan volume pekerjaan yang telah dikerjakan per satuan waktu.

Setelah melakukan tinjauan lapangan dan wawancara dengan *project manager* pada 24 Maret 2023 serta pelaksana lapangan, pihak kontraktor menjelaskan bahwa mereka belum memiliki detail perhitungan produktivitas alat berat *tower crane* tersebut. Hal ini dikarenakan pihak kontraktor belum mendapatkan waktu dan staf khusus untuk melakukan perhitungan produktivitas alat berat *tower crane* yang digunakan di lapangan. Pihak kontraktor hanya memperkirakan penggunaan alat berdasarkan pengalaman perusahaan dalam melaksanakan proyek konstruksi sebelumnya. Selain itu, terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi produktivitas alat berat *tower crane*, antara lain terjadinya masalah ketika pengoperasian *tower crane*. Pada saat pekerjaan pengecoran kolom menggunakan *concrete bucket* pada tanggal 03 Maret 2023, bagian *trolley* pada *tower crane* tersangkut yang mengakibatkan pekerjaan pengecoran tertunda selama satu jam. Masalah ini bisa terjadi karena mekanik kurang teliti saat melakukan pengecekan berkala terhadap *tower crane*. Faktor lain yang mempengaruhi produktivitas *tower crane* adalah cuaca seperti hujan badai serta angin kencang yang membuat alat berhenti beroperasi sehingga berpengaruh terhadap *schedule* pekerjaan.

Berdasarkan uraian pada latar belakang di atas, maka penulis tertarik untuk melakukan perhitungan produktivitas dan biaya pengoperasian *tower crane* tersebut yang penulis angkat menjadi proyek akhir dengan judul **“Perhitungan Produktivitas dan Biaya Pengoperasian *Tower Crane* pada Proyek Pembangunan Gedung Pusat Informasi dan Perpustakaan Universitas Negeri Padang”**

B. Tujuan dan Manfaat

1. Tujuan Proyek Akhir

- a. Untuk mengetahui produktivitas efektif alat berat *tower crane* pada pekerjaan kolom lantai 5 pada Proyek Pembangunan Gedung Pusat Informasi dan Perpustakaan Universitas Negeri Padang.
- b. Untuk mengetahui biaya pengoperasian alat berat *tower crane* pada pekerjaan kolom lantai 5 pada Proyek Pembangunan Gedung Pusat Informasi dan Perpustakaan Universitas Negeri Padang.

2. Manfaat Proyek Akhir

- a. Memberikan hasil perhitungan produktivitas dan biaya pengoperasian *tower crane* bagi pihak kontraktor agar dapat diperlukan untuk proyek mendatang.
- b. Sebagai referensi tambahan bagi mahasiswa Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang yang akan meninjau atau membahas topik yang relevan dengan topik ini.

C. Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian proyek akhir ini yaitu perhitungan produktivitas efektif *tower crane* serta biaya pengoperasian *tower crane* pada pekerjaan kolom Lantai 5 yang meliputi pengangkatan tulangan kolom, pengangkatan bekisting kolom dan pengecoran kolom menggunakan *concrete bucket* pada Proyek Pembangunan Gedung Pusat Informasi dan Perpustakaan Universitas Negeri Padang.

D. Spesifikasi Teknis

Proyek akhir ini membahas perhitungan produktivitas efektif dan biaya pengoperasian dari alat berat *tower crane* pada pekerjaan kolom Lantai 5. Lokasi yang dijadikan sebagai studi kasus pada proyek akhir ini berlokasi di kampus utama Universitas Negeri Padang. Metode yang digunakan yaitu menggunakan teknik wawancara dengan beberapa narasumber di lapangan dan melakukan perhitungan menggunakan rumus produktivitas serta biaya pengoperasian alat berat.

Adapun data yang dikumpulkan berupa data volume pekerjaan kolom Lantai 5 yang meliputi pekerjaan pengangkatan tulangan kolom, pengangkatan bekisting kolom dan pengecoran kolom menggunakan *concrete bucket*. Selain itu, terdapat data waktu siklus dari alat berat *tower crane* yang diperoleh berdasarkan pengamatan langsung di lapangan menggunakan *stopwatch*.

Volume yang digunakan untuk menghitung produktivitas alat berat, yaitu volume pada pekerjaan kolom Lantai 5. Hal ini berdasarkan kondisi di lapangan bahwa pada saat penelitian dilakukan, pekerjaan kolom lantai 5 sedang dilaksanakan.

BAB II KAJIAN PUSTAKA

A. Alat Berat

1. Pengertian Alat Berat

Alat berat dalam dunia teknik sipil menurut Rostiyanti (2008) merupakan alat yang digunakan untuk membantu manusia dalam melakukan pekerjaan suatu struktur bangunan. Alat berat merupakan salah satu faktor penting dalam suatu proyek terutama pada sebuah proyek yang memiliki pekerjaan dalam skala besar. Alat berat memiliki tujuan untuk memudahkan manusia dalam melakukan pekerjaannya sehingga hasil yang diharapkan dapat tercapai dengan lebih mudah dalam waktu yang relatif singkat. Pendapat lain dikemukakan oleh Israr (2011) yang mengatakan bahwa alat berat merupakan sumber daya melipatgandakan jasa manusia untuk mencapai usahanya yang digerakkan oleh penggerak utama (*prime mover*), dimana pada penggerak utama energi mesin diubah menjadi energi kinetik.

Dapat disimpulkan bahwa alat berat adalah mesin-mesin besar dan kuat yang digunakan dalam berbagai jenis pekerjaan konstruksi, pertambangan, pertanian, dan industri yang dirancang khusus untuk tugas-tugas yang memerlukan kekuatan, ketahanan, dan daya kerja yang tinggi. Tujuannya adalah untuk mencapai hasil yang diinginkan dengan tingkat efisiensi dan kecepatan yang tinggi.

2. Pengelompokan Alat Berat

Menurut Kusrin (2008) alat berat terbagi atas beberapa kelompok, yaitu:

a. Pengelompokan menurut Penggerak Utama (*Prime Mover*)

- 1) Traktor sebagai Penggerak Utama
 - a) Berdasarkan rodanya yaitu:
 - (1) Traktor roda kelabang (*crawler*)
 - (2) Tractor roda ban/karet (*wheel*)

- b) *Bulldozer* sebagai alat penggusur
 - c) *Ripper* sebagai alat pembajak
 - d) *Scraper* sebagai alat pengelupas
 - e) *Motor grader* sebagai alat perata tanah.
 - f) *Loader* sebagai alat pemuat
- 2) *Excavator* sebagai Penggerak Utama
- a) *Excavator* sebagai alat penggali dengan arah ke depan/*shovel*.
 - b) *Excavator* sebagai alat penggali dengan arah ke belakang.
 - c) *Excavator* sebagai alat penggali dengan tarikan/*dragline*.
 - d) *Excavator* sebagai alat penggali dengan jepit/*clamsheel*.
- 3) Alat Berat selain Traktor dan *Excavator* sebagai Penggerak Utama
- a) Truk sebagai alat pengangkut
 - b) *Dump wagon* sebagai alat pengangkut
 - c) *Trailer* sebagai pengangkut alat-alat berat dan barang-barang berat
 - d) Alat pemampat udara (*compressor*)
 - e) Alat pemadat/*compactor*
 - f) *Towed roller*/penggilas
 - g) *Stone crusher*/pemecah batu
 - h) Alat pengola aspal, seperti: *asphalt mixing*, *asphalt distributor* dan *asphalt finisher*
 - i) Kapal keruk/*dredger*

b. Pengelompokan menurut Fungsinya

- 1) Alat untuk menarik atau mendorong, yaitu: traktor
- 2) Alat pembersih lapangan, yaitu:
 - a) *Bulldozer* untuk penggusur.
 - b) *Ripper* untuk pembajak.

- 3) Alat pengangkut, pemuat, dan juga untuk menggali/mengeduk, yaitu:
 - a) *Backhoe* untuk pengeduk kebelakang
 - b) *Power shovel* untuk pengeduk ke depan
 - c) *Clamshell* untuk pengeduk jepit
 - d) *Dragline* untuk pengeduk tarik
 - e) *Loader* untuk pemuat
- 4) Alat pengelupas, penggali dan pengangkut dengan jarak terbatas, dan bisa juga digunakan untuk membersihkan lapangan, yaitu: *scraper*
- 5) Alat untuk meratakan tanah, bisa juga digunakan untuk pembersih lapangan, yaitu: *motor grader*
- 6) Alat untuk mengangkut dengan jarak sedang sampai jauh (tidak terbatas) yaitu: *truck* dan *trailer*, khusus *trailer* dipakai untuk mengangkut barang berat/alat-alat berat.
- 7) Alat angkat untuk memindahkan material, yaitu: *crane*

3. Faktor yang Mempengaruhi Pemilihan Alat Berat

Pemilihan alat berat dilakukan pada tahap perencanaan dari sebuah proyek. Tidak semua alat berat bisa dipakai untuk pekerjaan konstruksi, sehingga diperlukan pemilihan alat berat yang tepat. Jika terjadi kesalahan dalam pemilihan alat berat, maka resiko yang akan terjadi adalah keterlambatan pada pelaksanaan proyek dan biaya proyek yang bertambah. Rostiyanti (2008) mengatakan bahwa dalam pemilihan alat berat, terdapat beberapa faktor yang harus diperhatikan, yaitu:

a. Fungsi yang Harus Dilaksanakan

Alat berat dikelompokkan berdasarkan fungsinya, seperti untuk menggali, mengangkut, meratakan permukaan, dan lain-lain.

b. Kapasitas Peralatan

Pemilihan alat berat didasarkan pada volume total atau berat dari material yang diangkut atau dikerjakan. Kapasitas alat yang dipilih harus sesuai sehingga pekerjaan dapat diselesaikan pada waktu yang telah ditentukan.

c. Cara Operasi

Alat berat dipilih berdasarkan arah (horizontal maupun vertikal) dan jarak gerakan, kecepatan, frekuensi gerakan, dan lain-lain.

d. Pembatasan dari Metode yang Dipakai

Pembatasan yang mempengaruhi pemilihan alat berat antara lain, peraturan lalu lintas, pembongkaran, dan biaya. Selain itu metode konstruksi yang dipakai dapat membuat pemilihan alat berat berubah.

e. Ekonomi

Selain biaya investasi atau biaya sewa alat, biaya operasi dan pemeliharaan merupakan faktor yang penting dalam pemilihan alat berat.

f. Jenis Proyek

Terdapat beberapa jenis proyek yang umumnya menggunakan alat berat. Proyek-proyek tersebut antara lain proyek gedung, pelabuhan, jalan, jembatan, irigasi, pembukaan hutan, dam, dan lain-lain.

g. Lokasi Proyek

Lokasi proyek juga merupakan hal penting yang perlu diperhatikan dalam pemilihan alat berat. Sebagai contoh proyek yang berlokasi di dataran tinggi memerlukan alat berat yang berbeda dengan proyek yang berlokasi di dataran rendah.

h. Jenis Gaya Dukung Tanah

Jenis tanah di lokasi proyek dan jenis material yang akan dikerjakan dapat mempengaruhi alat berat yang akan dipakai. Tanah bisa dalam kondisi padat, lepas, keras atau lembek.

i. Kondisi lapangan

Kondisi lapangan dengan medan yang sulit dan medan yang baik merupakan faktor lain yang mempengaruhi pemilihan alat berat.

4. Keuntungan Penggunaan Alat Berat

Wilopo (2011) berpendapat, penggunaan alat-alat berat di dalam suatu proyek sangat terasa membantu, berikut adalah keuntungan yang diperoleh dari penggunaan alat berat:

a. Waktu Pelaksanaan akan Lebih Cepat

Alat berat akan mempercepat proses pelaksanaan pekerjaan, terutama pada pekerjaan yang sedang dikejar target waktu penyelesaian atau target produksi.

b. Tenaga Besar

Alat berat membantu pelaksanaan pekerjaan yang tidak dapat dikerjakan oleh manusia.

c. Ekonomis

Penggunaan alat berat dapat membuat pekerjaan menjadi efisien, tenaga kerja lebih sedikit, keamanan lebih terjamin dan faktor ekonomis lainnya.

B. Tower Crane

Tower crane menurut Kholil (2012) adalah alat berat yang digunakan untuk mengangkat material secara vertikal dan horizontal ke suatu tempat yang tinggi pada ruang gerak yang terbatas. Pada saat pemilihan *tower crane* sebagai alat pengangkatan yang akan digunakan, beberapa pertimbangan perlu diperhatikan, yaitu:

- a. Kondisi lapangan yang tidak luas
- b. Ketinggian tidak terjangkau oleh alat lain

Pertimbangan ini harus direncanakan sebelum proyek dimulai karena *tower crane* diletakkan di tempat yang tetap selama proyek berjalan. *Tower crane* harus dapat memenuhi kebutuhan pemindahan material yang sesuai dengan jangkauan yang ditentukan.

Proyek Pembangunan Gedung Pusat Informasi dan Perpustakaan Universitas Negeri Padang menggunakan 1 unit *tower crane* tipe MC 235 B yang memiliki tinggi sebesar 59,70 m. Pada proyek ini *tower crane* tidak hanya digunakan untuk mengangkat dan memindahkan material tetapi juga digunakan sebagai alat bantu pada pekerjaan pengecoran menggunakan *concrete bucket*.

1. Bagian-Bagian *Tower Crane*

Menurut Kholil (2012), bagian-bagian dari *tower crane*, yaitu:

a. *Tie ropes*

Kawat Panjang yang berfungsi untuk menahan *jib* agar tetap dalam kondisi lurus 90° terhadap tiang utama.

b. *Counter weight*

Berfungsi sebagai penyeimbang beban yang dipasangkan pada *counter jib*.

c. *Counter jib*

Berfungsi sebagai tiang penyeimbang pada *tower crane*.

d. *Operator cabin*

Ruangan yang digunakan oleh operator untuk mengoperasikan *tower crane*.

e. *Slewing ring*

Bagian dari *tower crane* yang fungsinya untuk memutar *jib tower crane* tersebut.

f. *Jib*

Tiang horizontal yang panjangnya ditentukan berdasarkan jangkauan yang diinginkan.

g. *Trolley*

Alat yang bergerak sepanjang *jib* yang digunakan untuk memindahkan material secara horizontal.

h. *Hook (kait)*

Kait bisa bergerak secara vertikal untuk mengangkat material yang dipasangkan pada *trolley*.

i. *Climbing device*

Alat yang berfungsi untuk menambah ketinggian dari *crane*.

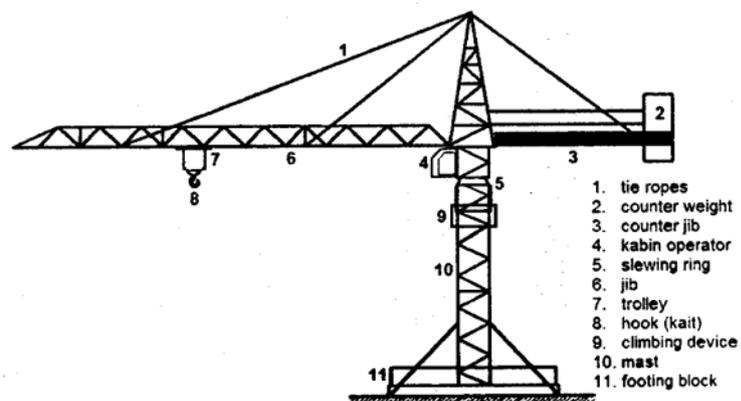
j. *Mast*

Tiang vertikal yang berdiri di atas *base* atau dasar.

k. *Footing block*

Bagian paling dasar dari badan *tower crane* yang berlangsung dipasang atau dijangkar ke pondasi.

Untuk bagian-bagian tower crane lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Bagian-bagian *Tower Crane*

Sumber: Rostiyanti, 2008

2. Jenis *Tower Crane*

Rostiyanti (2008) mengatakan bahwa pemilihan jenis *tower crane* harus memperhatikan beberapa aspek seperti situasi dari proyek, bentuk struktur bangunan, kemudahan saat pemasangan dan

pembongkaran serta ketinggian dari bangunan. Beberapa macam jenis *tower crane*, yaitu:

a. *Free Standing Crane*

Free Standing Crane berdiri di atas pondasi yang khusus dipersiapkan untuk alat tersebut. Jika *crane* harus mencapai ketinggian yang besar maka digunakan pondasi dalam seperti tiang tiang pancang. Syarat untuk pondasi *crane* adalah pondasi tersebut harus mampu menahan momen akibat angin dan ayunan beban, berat dari *crane*, dan berat material yang diangkat. *Free standing crane* dapat berdiri sampai dengan ketinggian 100 m. Contoh *free standing crane* dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. *Free Standing Crane*
Sumber: Proservcrane, 2020

b. *Rail Mounted Crane*

Penggunaan rel pada *rail mounted crane* mempermudah alat untuk bergerak sepanjang rel khusus. Desain pemasangan rel harus memperhatikan ada atau tidaknya tikungan karena akan mempersulit gerakan *crane*. Agar tetap seimbang gerakan *crane* tidak dapat terlalu cepat. Kelemahan dari *crane* tipe ini adalah harga rel yang cukup mahal. Rel harus diletakkan pada permukaan datar sehingga tiang tidak menjadi miring. Namun, keuntungan adanya rel adalah jangkauan *crane* menjadi lebih besar.

Turntable dari *rail mounted crane* terletak di bagian bawah. *Crane* jenis ini digerakkan dengan menggunakan motor penggerak. Jika kemiringan tiang melebihi $1/200$ maka motor penggerak tidak mampu menggerakkan *crane*. Ketinggian maksimum *rail mounted crane* adalah 20 meter dengan berat beban yang diangkat tidak melebihi 4 ton. Batasan ini perlu diperhatikan untuk menghindari jungkir mengingat seluruh badan *crane* bergerak pada saat pengangkatan material. Contoh *rail mounted crane* dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. *Rail Mounted Crane*
Sumber: Zaz Grup, 2022

c. *Tied In Crane*

Crane mampu berdiri bebas pada ketinggian kurang dari 100 m. jika diperlukan *crane* dengan ketinggian lebih dari 100 m maka *crane* harus ditambatkan atau dijangkar pada struktur bangunan. *Crane* yang ditambatkan pada struktur bangunan dikenal sebagai *tied in crane*. Fungsi dari pejangkaran adalah untuk menahan gaya horizontal. *Crane tied* ini dapat mencapai ketinggian sampai 200 m. Contoh *tied in crane* dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. *Tied In Crane*
Sumber: *Construction Week*, 2013

d. *Climbing Crane*

Dalam situasi lahan terbatas, alternatif penggunaan *crane* yang dapat dipertimbangkan adalah *crane* panjang atau *climbing crane*. *Crane* tipe ini diletakkan dalam struktur bangunan, yaitu pada *core* atau inti bangunan. Pengangkatan *crane* dimungkinkan dengan adanya dongkrak hidrolis atau *hydraulic jacks*. Contoh penggunaan *climbing crane* dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. *Climbing Crane*
Sumber: *Skyline Crane*, 2015

3. Mekanisme Kerja *Tower Crane*

Menurut Rostiyanti (2008) mekanisme kerja dari *tower crane*, yaitu:

- a. Mekanisme angkat (*hoisting mechanism*), digunakan untuk mengangkat beban.
- b. Mekanisme putar (*slewing mechanism*), digunakan untuk memutar *jib* dan *counter jib* sehingga dapat mencapai jarak yang diinginkan.
- c. Mekanisme jalan dari *trolley* (*trolley traveling mechanism*), digunakan untuk menjalankan *trolley* maju mundur sepanjang *jib*.
- d. Mekanisme turun (*landing mechanism*), digunakan untuk menurunkan beban telah diangkat.

4. Dasar Pemilihan *Tower Crane*

Wilopo (2011) berpendapat bahwa terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pemilihan *tower crane*, yaitu:

- a. Ketinggian *tower crane*
Ketinggian *tower crane* disesuaikan dengan tinggi dari bangunan.
- b. Lengan kerja atau radius bekerja (*jib length*)
Lengan kerja ditentukan jarak maksimum bahan yang akan diangkat nantinya dari as *tower crane*.
- c. Kapasitas *tower crane*
Beban maksimal yang akan diangkat pada jarak titik tertentu.
- d. *Static* atau *traveling*
Hal ini tergantung dari rencana pemakaian *tower crane*, kalau yang dikerjakan tidak terlalu tinggi dan *tower crane* masih dalam batas *free standing*. Hal ini cocok apabila *tower crane* dipakai untuk mengerjakan bangunan yang relatif memanjang.

C. Produktivitas Alat Berat

Produktivitas merupakan perbandingan antara hasil yang dicapai (*output*) dengan seluruh sumber daya yang digunakan (*input*). (Rostiyanti, 2008). Pendapat lain dikemukakan oleh Israr (2011) yang mengatakan bahwa produktivitas alat berat adalah suatu batas kemampuan alat untuk menghasilkan kerja produksi sesuai dengan fungsi peralatan tersebut dengan situasi dan kondisi tertentu dari berbagai jenis pekerjaan maupun lingkungan. Adapun rumus dasar untuk mencari produktivitas alat berat, yaitu:

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{Kapasitas}}{\text{Waktu siklus}} \dots\dots\dots (1)$$

Atau

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Durasi}} \dots\dots\dots (2)$$

Sumber: Rostiyanti, 2008

Jika faktor efisiensi alat dimasukkan maka rumus di atas menjadi:

$$Q = \text{Kapasitas} \times \frac{60}{\text{Waktu Siklus}} \times \text{efisiensi} \dots\dots\dots (3)$$

Sumber: Rostiyanti, 2008

Pada proyek konstruksi produktivitas alat adalah hasil kerja dari sebuah alat per-satuan waktu. Satuan produktivitas dari *tower crane* tergantung pada pekerjaan yang dilakukan dan sangat dipengaruhi oleh waktu siklus.

1. Waktu Siklus

Waktu siklus atau *cycle time* adalah waktu yang diperlukan pada saat alat sedang beroperasi pada pekerjaan yang sama secara berulang, dimana waktu siklus berpengaruh terhadap kapasitas produksi dan koefisien alat (Rostiyanti, 2008). Waktu siklus *tower crane* merupakan waktu tempuh yang diperlukan oleh *tower crane* untuk melakukan satu kali putaran yang terdiri dari gerakan horizontal (*trolley*), vertikal (*hoist*), dan berputar (*swing*). Adapun

rumus yang umum digunakan untuk mendapatkan waktu siklus pada alat berat adalah:

$$CT = LT + HT + DT + RT \dots\dots\dots(4)$$

Sumber: Rostiyanti, 2008

Keterangan:

- CT = Waktu Siklus
- LT = *Loading time*, yaitu waktu yang dibutuhkan alat untuk memuat material ke dalam alat angkut sesuai kapasitas.
- HT = *Hauling time*, yaitu waktu yang diperlukan alat untuk bergerak dari tempat pemuatan ke tempat pembongkaran material.
- DT = *Dumping time*, yaitu waktu yang diperlukan alat untuk pembongkaran material di tempat yang ditentukan.
- RT = *Return time*, yaitu waktu yang diperlukan alat untuk kembali ke tempat pemuatan.

2. Faktor Efisiensi

Federika & Rai Widhiawati (2017) mengatakan, faktor efisiensi alat sangat mempengaruhi produktivitas, dimana efisiensi alat tersebut bekerja tergantung dari beberapa hal yaitu:

- a. Kemampuan operator memakai alat
- b. Pemilihan dan pemeliharaan alat
- c. Perencanaan dan pengaturan letak alat
- d. Topografi dan volume pekerjaan
- e. Kondisi cuaca
- f. Metode pelaksanaan alat

Menurut Israr (2011), efisiensi alat dapat ditentukan oleh beberapa faktor, yaitu efisiensi peralatan, operator, material, manajemen, cuaca, perlengkapan dan kondisi lapangan. Untuk nilai faktor efisiensi di lapangan, dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai Faktor Efisiensi

No	Faktor Efisiensi Alat	Kondisi Lapangan	Nilai
1	Faktor Peralatan (E1)	a. Peralatan yang baik dan baru	1,00
		b. Peralatan baik dan lama	0,90
		c. Peralatan rusak dengan keterbatasan pemakaian	0,80
2	Faktor Operator (E2)	a. Untuk operator kelas I	1,00
		b. Untuk operator kelas II	0,80
		c. Untuk operator kelas III	0,70
3	Faktor Material (E3)	a. Berat volume	
		b. Faktor kohesif	
		1) Non kohesif	0,60-1,00
		2) Kohesif	0,75-1,10
4	Faktor Manajemen dan Sifat Manusia (E4)	a. Sempurna	1,00
		b. Baik	0,92
		c. Sedang	0,82
		d. Buruk	0,75
5	Faktor Cuaca (E5)	a. Baik	1,00
		b. Sedang	0,80
6	Faktor Perlengkapan atau <i>Attachment</i> (E6)		1,00
7	Faktor Kondisi Lapangan (E7)	a. Berat	0,70
		b. Sedang	0,80
		c. Ringan	1,00

Sumber: Israr, 2011

Adapun rumus yang digunakan untuk mencari efisiensi total, yaitu:

$$E = E1 \times E2 \times E3 \times E4 \times E5 \times E6 \times E7 \dots\dots\dots(5)$$

Sumber: Israr, 2011

Keterangan:

- E1 = Faktor peralatan
- E2 = Faktor operasi
- E3 = Faktor material
- E4 = Faktor manajemen dan sifat manusia
- E5 = Faktor cuaca
- E6 = Faktor perlengkapan atau *attachment*
- E7 = Faktor kondisi lapangan

Besarnya nilai efisiensi kerja sulit ditentukan secara tepat namun berdasarkan pengalaman di lapangan dapat ditentukan

efisiensi kerja yang mendekati kenyataan berdasarkan Tabel 2. Kategori faktor efisiensi dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Faktor Efisiensi Kerja

Kondisi Operasi Alat	Pemeliharaan Mesin				
	Baik Sekali	Baik	Sedang	Buruk	Buruk Sekali
Baik Sekali	0,83	0,81	0,76	0,70	0,63
Baik	0,78	0,75	0,65	0,60	0,54
Sedang	0,72	0,69	0,65	0,60	0,54
Buruk	0,63	0,61	0,57	0,52	0,45
Buruk Sekali	0,52	0,50	0,47	0,42	0,32

Sumber: Israr, 2011

3. Prinsip Dasar dalam Perhitungan Produktivitas Alat Berat

Terdapat empat langkah prinsip dasar dari perhitungan produktivitas alat berat (Nabar, 1998) yaitu:

a. Menghitung Kapasitas Aktual

Untuk menghitung kapasitas aktual maka tergantung pada ukuran mangkok pembawa material yang ada pada setiap alat berat.

b. Menghitung Waktu Siklus

Waktu siklus merupakan waktu yang diperlukan untuk merampungkan satu siklus pekerjaan. Total waktu siklus terdiri dari waktu tetap dan waktu tidak tetap dalam satuan.

c. Menghitung Produksi Kerja Kasar (PKK)

Produksi kerja kasar adalah produksi kerja yang dapat dihasilkan oleh alat berat dalam satu jam tanpa memperhitungkan faktor koreksi dan faktor efisiensi dalam satuan (m^3/jam).

d. Menghitung Produksi Kerja Aktual (PKA)

Produksi kerja aktual merupakan produksi kerja yang dapat dihasilkan oleh waktu siklus dalam satu jam dengan memperhitungkan faktor-faktor koreksi dan efisiensi yang ada dalam satuan (m^3/jam).

D. Biaya Pengoperasian Alat Berat

Menurut Giatman (2005), biaya berdasarkan kelompok sifat penggunaannya terbagi tiga, yaitu Biaya Investasi yang merupakan biaya yang dikeluarkan untuk mempersiapkan kebutuhan usaha agar dapat beroperasi dengan baik, Biaya Operasional yang merupakan biaya yang dikeluarkan untuk melakukan aktivitas usaha dengan tujuan tertentu, serta Biaya Perawatan yang merupakan biaya yang dikeluarkan untuk memastikan bahwa fasilitas atau peralatan tetap dalam kondisi baik dan dapat digunakan.

Rostiyanti (2008) berpendapat, biaya alat berat dapat dibagi menjadi dua, yaitu biaya kepemilikan dan biaya pengoperasian alat berat. Untuk perusahaan kontraktor yang memiliki alat berat harus menanggung biaya yang disebut dengan biaya kepemilikan (*ownership cost*). Biaya pengoperasian (*operation cost*) merupakan biaya yang timbul apabila alat berat dioperasikan. Menurut Ahmad dan Mas (2012), biaya pengoperasian alat berat *tower crane* didapatkan dari observasi lapangan yang meliputi:

1. Biaya Mobilisasi dan Demobilisasi

Biaya mobilisasi dan demobilisasi merupakan biaya untuk mendatangkan alat berat *tower crane* ke lokasi proyek dan biaya untuk mengembalikan alat berat *tower crane* ke tempat asalnya.

2. Biaya *Erection* dan *Dismantling*

Biaya *erection* dan *dismantling* merupakan biaya untuk mendirikan dan membongkar *tower crane* apabila proyek telah selesai dilaksanakan.

3. Biaya Operator

Biaya yang dikeluarkan oleh pihak kontraktor untuk gaji operator per bulan. Biaya operator dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Biaya operator} = \frac{\text{Biaya operator}}{\text{Jumlah jam kerja dalam 1 bulan}} \dots\dots\dots (6)$$

4. Biaya Listrik

Biaya yang dikeluarkan oleh pihak kontraktor untuk pemakaian listrik per bulan, karena *tower crane* dioperasikan menggunakan tenaga dari listrik.

5. Biaya *Maintenance*

Biaya *maintenance* merupakan biaya yang dikeluarkan pihak kontraktor untuk perawatan *tower crane*.

6. Biaya Pelumas

Biaya pelumas merupakan biaya yang dikeluarkan untuk pemakaian pelumas pada *tower crane* per harinya. Biaya pelumas dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$G = \frac{(DK \times f)}{195,5} + \frac{C}{t} \dots\dots\dots (7)$$

Dimana:

- G : Banyaknya minyak pelumas yang digunakan
- DK : Daya kuda standart mesin (KVA)
- C : Kapasitas karter mesin (liter)
- f : Faktor pengoperasian
- t : Selang waktu pergantian

7. Biaya Fondasi

Biaya fondasi merupakan biaya yang dikeluarkan oleh pihak kontraktor untuk membangun struktur fondasi yang diperlukan agar *tower crane* dapat dioperasikan secara aman dan stabil.

BAB III

PROSEDUR DAN TAHAPAN PERHITUNGAN/RANCANGAN

A. Waktu dan Tempat

Proses pengamatan proyek akhir ini dimulai pada saat penulis melakukan Praktek Lapangan Industri pada tanggal 24 Januari 2023 sampai tanggal 24 Maret 2023. Proyek yang menjadi studi kasus berlokasi di kampus utama Universitas Negeri Padang, dilaksanakan oleh kontraktor PT. Nusa Konstruksi Enjiniring, Tbk. Lokasi proyek dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Lokasi Proyek
Sumber: Data Proyek, 2022

B. Data

Data merupakan suatu informasi yang diperoleh melalui pengamatan dan pencarian dari sumber-sumber tertentu. Pada proyek akhir ini data yang diperlukan adalah sebagai berikut:

1. Data Primer

Data primer merupakan sebuah data yang diperoleh dari pengamatan secara langsung. Pada penelitian proyek akhir ini data diperoleh dari hasil observasi penulis ke lokasi proyek. Data primer dalam penelitian ini berupa:

a. Wawancara dan Dokumentasi

Wawancara merupakan metode yang dilakukan untuk mengumpulkan data dengan cara menulis informasi yang didapatkan

melalui wawancara terhadap narasumber, dalam hal ini kontraktor pelaksana proyek. dari pihak kontraktor. Metode ini dilakukan agar diperoleh keterangan langsung dari pihak kontraktor tentang alat berat *tower crane*. Adapun dokumentasi adalah mengambil foto dan informasi grafis lain yang dibutuhkan.

b. Studi Literatur

Studi literatur merupakan studi kepustakaan untuk mendapatkan informasi dari bahan rujukan seperti buku dan artikel ilmiah. Studi literatur pada proyek akhir ini dilakukan untuk mencari referensi tentang alat berat dan pemindahan tanah mekanis, artikel alat berat, jurnal-jurnal alat berat dan produktivitas alat berat, modul perkuliahan tentang alat berat dan peraturan seperti Permen PUPR no 1 tahun 2022 tentang Pedoman Penyusunan Perkiraan Biaya Pekerjaan Konstruksi.

c. Data Waktu Siklus Alat

Waktu siklus adalah waktu yang diperlukan pada saat alat sedang beroperasi pada pekerjaan yang sama secara berulang.

d. Faktor Efisiensi Alat

Faktor alat berat mengacu pada sejauh mana sebuah alat berat dapat melakukan pekerjaannya dengan menggunakan sumber daya yang tersedia secara optimal.

2. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang diperoleh dan dikumpulkan dari proyek. Data sekunder yang diperoleh dari proyek adalah sebagai berikut:

a. Data Alat Berat

Data alat berat yang diperoleh dari proyek adalah data tentang spesifikasi alat berat dalam perhitungan produktivitas.

b. Waktu Kerja Alat Berat

Waktu kerja alat merupakan waktu pemakaian alat berat saat pekerjaan sedang dilaksanakan.

c. Pemakaian Alat Berat

Pemakaian alat berat merupakan jumlah alat berat yang digunakan saat pekerjaan berlangsung.

d. Shop Drawing

Shop drawing merupakan gambar teknis lapangan yang dibuat oleh konsultan perencana maupun kontraktor dan digunakan sebagai acuan pelaksanaan dari suatu pekerjaan.

e. Volume Pekerjaan

Material yang diangkut oleh *tower crane* pada pekerjaan kolom lantai 5 meliputi pengangkatan tulangan kolom, bekisting atau panel kolom dan *concrete bucket*.

f. Data Harga Peralatan

Data harga peralatan yang diperoleh dari proyek adalah data biaya yang dikeluarkan oleh pihak kontraktor untuk pengoperasian *tower crane*.

C. Perhitungan Data

Perhitungan pada proyek akhir ini dilakukan dalam beberapa tahapan, yaitu:

1. Menghitung Produktivitas Alat Berat Tower Crane

Adapun rumus yang digunakan untuk menghitung produktivitas dari *tower crane* adalah sebagai berikut:

$$Q = \frac{q}{CT} \times E \dots\dots\dots (8)$$

Keterangan:

- Q = Produktivitas (kg/menit)
- q = Volume (kg)
- CT = Waktu siklus (menit)
- E = Faktor Efisiensi alat

Langkah kerja perhitungan produktivitas *tower crane* adalah sebagai berikut:

- a. Menghitung waktu siklus *tower crane*. Untuk rumus yang digunakan merujuk pada persamaan 4 halaman 17.
- b. Menghitung faktor efisiensi *tower crane* yang didasarkan pada Tabel 1 dengan kondisi di lapangan. Untuk rumus yang digunakan merujuk pada persamaan 5 halaman 19.

2. Menghitung Biaya Pengoperasian Alat Berat *Tower Crane*

Biaya pengoperasian pada alat berat *tower crane* meliputi beberapa aspek berikut (Ahmad dan Mas, 2012)

- a. Biaya mobilisasi dan demobilisasi (BMD)
- b. Biaya *erection* dan *dismantling* (BED)
- c. Biaya operator (BO)

Untuk rumus yang digunakan merujuk pada Persamaan 6 halaman 21.

- d. Biaya listrik (BL)
- e. Biaya *maintenance* (BM)
- f. Biaya Pelumas (BP)

Untuk rumus yang digunakan merujuk pada Persamaan 7 halaman 21.

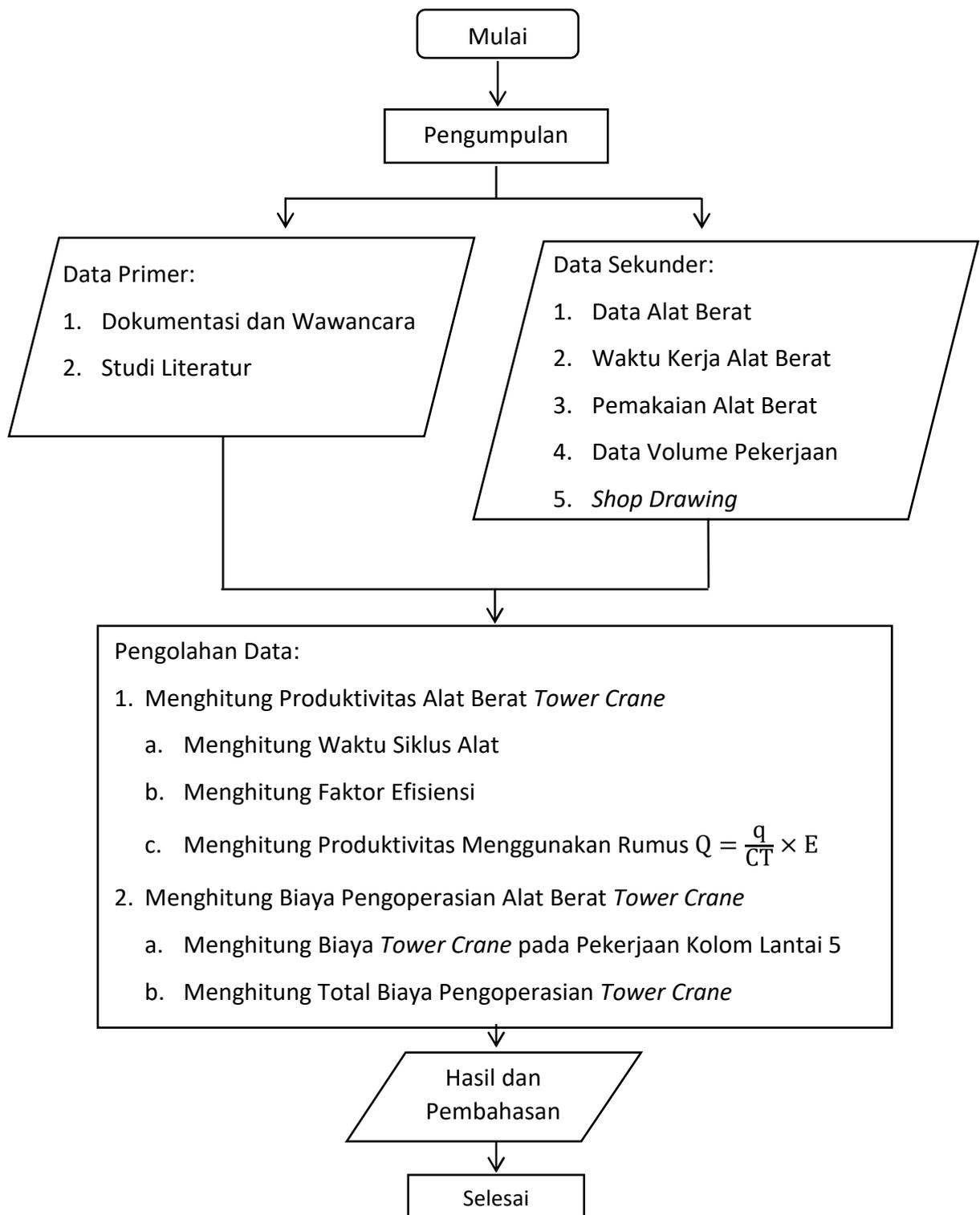
Rumus yang digunakan untuk mencari total biaya pengoperasian *tower crane* yaitu dengan menjumlahkan semua biaya pada aspek di atas menggunakan Microsoft Excel. Rumus total biaya pengoperasian adalah sebagai berikut:

Biaya Total Pengoperasian *Tower Crane*

$$= \text{BMD} + \text{BED} + \text{BO} + \text{BL} + \text{BM} + \text{BP} \dots\dots\dots (9)$$

D. Bagan Alur Proses Pelaksanaan Proyek Akhir

Alur proses pelaksanaan yang dilakukan untuk menyusun proyek akhir ini dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Alur Pelaksanaan Proyek Akhir

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Deskripsi Proyek

Proyek Pembangunan Gedung Pusat Informasi dan Perpustakaan Universitas Negeri Padang adalah proyek milik perguruan tinggi Universitas Negeri Padang yang berlokasi di kampus utama UNP Jl. Prof. Dr. Hamka, Air Tawar, Kota Padang. Proyek ini memiliki anggaran sebesar Rp. 82.780.488.266,- (incl. PPN). Gedung ini dibangun berupa bangunan 6 lantai dengan total luas lantai 11.252,48 m² di atas lahan seluas 5.880 m².

Kontraktor pelaksana yang bertanggung jawab atas proyek ini adalah PT Nusa Konstruksi Enjiniring, Tbk dengan waktu pelaksanaan proyek 450 hari kalender. Konsultan perencana pada proyek ini adalah PT Yodya Karya dan untuk konsultan pengawas adalah PT Riau Multi Cipta Dimensi. Pembangunan Gedung Pusat Informasi dan Perpustakaan Universitas Negeri Padang menjadi salah satu prioritas pihak Universitas Negeri Padang yang nantinya akan menjadi tempat untuk pusat teknologi dan informasi berbasis digital bagi mahasiswa maupun masyarakat umum.

B. Data

1. Data Primer

a. Wawancara dan Dokumentasi

Hasil wawancara yang dilakukan dengan narasumber di lapangan dapat dilihat pada Lampiran 15 halaman 64. Dokumentasi dapat dilihat pada Lampiran 10 sampai Lampiran 14 halaman 59 sampai 63.

b. Studi Literatur

Sumber rujukan yang digunakan pada penulisan proyek akhir ini salah satunya merujuk pada buku yang berjudul "Alat Berat untuk Proyek Konstruksi" karangan Susi Fatena Rostiyanti yang diterbitkan pada tahun 2008. Jurnal yang digunakan sebagai sumber rujukan salah satunya adalah jurnal yang berjudul "Analisis Produktivitas dan Biaya Operasional *Tower Crane* pada Proyek *Central Business District*

Surabaya” yang ditulis oleh Iqafdi Ardiansyah Ahmad yang diterbitkan pada tahun 2012.

c. Data Waktu Siklus Alat

Data waktu siklus alat berat *tower crane* diperoleh berdasarkan pengamatan langsung di lapangan menggunakan *stopwatch* yang meliputi waktu muat (LT), waktu angkat (HT), waktu bongkar (DT), dan waktu Kembali (RT). Untuk data waktu siklus dapat dilihat pada Lampiran 4 sampai 6 halaman 48 sampai 55, pada tabel kolom 6, 7, 8, 9, 10, dan 11.

d. Faktor Efisiensi Alat

Faktor efisiensi didasarkan pada Tabel 1 dengan kondisi di lapangan.

Data faktor efisiensi yang didapatkan adalah sebagai berikut:

- 1) Faktor Peralatan (E1)
 - Peralatan baik dan lama = 0,90
- 2) Faktor Operator (E2)
 - Untuk operator kelas I = 1,00
- 3) Faktor Material (E3)
 - Faktor Kohesif = 1,00
- 4) Faktor Manajemen dan Sifat Manusia (E4)
 - Sempurna = 1,00
- 5) Faktor Cuaca (E5)
 - Baik = 1,00
- 6) Faktor Perlengkapan atau *Attachment* (E6)
 - Nilai E6 = 1,00
- 7) Faktor Kondisi Lapangan (E7)
 - Sedang = 0,80

2. Data Sekunder

a. Data Alat Berat *Tower Crane*

Data spesifikasi alat berat *tower crane* yang pada proyek Pembangunan Gedung Pusat Informasi dan Perpustakaan Universitas Negeri Padang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Spesifikasi Alat Berat *Tower Crane*

Jenis <i>tower crane</i>	MC 235 B
Kecepatan angkut	88 m/menit (tanpa beban)
Panjang <i>jib</i>	65 m
Panjang pemberat	14 m
Beban Maksimum	10 ton
Jarak beban maksimum	10 m
Beban ujung	2,05 ton
Lebar <i>tower crane</i>	2 m
Berat <i>jib ballast</i>	23,6 ton
Berat <i>section</i>	0,47 ton
Tinggi <i>tower crane</i>	59,70 m
Berat <i>tower crane</i>	60 ton
Berat tambahan	0,00 ton
Berat total <i>tower crane</i>	60 ton

Sumber: Data Proyek, 2022

Untuk dokumentasi alat berat *tower crane* yang digunakan pada proyek Pembangunan Gedung Pusat Informasi dan Perpustakaan Universitas Negeri Padang dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. *Tower Crane*
Sumber: Dokumentasi Lapangan, 2023

b. Waktu Kerja Alat

Waktu kerja pelaksanaan Proyek Pembangunan Gedung Pusat Informasi dan Perpustakaan Universitas Negeri Padang dalam satu hari yaitu 8 jam di luar jam lembur. Rincian waktu kerja alat berat dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Waktu Kerja *Tower Crane* di Lapangan

Waktu Kerja	Jam Kerja	Jumlah Waktu (jam)
08.00 - 12.00	Beroperasi	4 jam
12.00 – 13.30	Istirahat	1,5 jam
13.30 – 17.30	Beroperasi	4 jam
17.30 – 19.00	Istirahat	1,5 jam
19.00 – 22.00	Beroperasi	3 jam

Sumber: Data Lapangan, 2022

c. Pemakaian Alat Berat

Jumlah alat berat yang digunakan pada Proyek Pembangunan Gedung Pusat Informasi dan Perpustakaan Universitas Negeri Padang yaitu 1 unit *tower crane* tipe MC 235 B.

d. *Shop Drawing*

Gambar kerja kolom Lantai 5, detail kolom Lantai 5 dan denah posisi *tower crane* dapat dilihat pada Lampiran 7 sampai Lampiran 9 halaman 56 sampai 58.

e. Volume Pekerjaan

Untuk perhitungan produktivitas *tower crane*, volume yang digunakan yaitu volume pada pekerjaan kolom Lantai 5 karena pada saat penelitian hanya pekerjaan tersebut yang masih berjalan dan bisa diamati dari awal pekerjaan. Material yang diangkut oleh *tower crane* pada pekerjaan tersebut meliputi pengangkatan tulangan kolom, bekisting kolom dan *concrete bucket*. Berikut adalah volume dari pekerjaan tersebut. Pekerjaan kolom Lantai 5 memiliki durasi waktu pekerjaan selama 13 hari.

1) Tulangan Kolom

Berdasarkan gambar kerja dan analisis menggunakan Microsoft Excel didapatkan berat tulangan kolom lantai 5 sebesar 275,69 kg untuk 1 kolom. Rumus yang digunakan untuk menghitung berat tulangan pokok, begel luar dan begel dalam yaitu total besi yang digunakan dikalikan dengan berat besi per meter. Untuk tabel perhitungan berat total tulangan kolom dilihat pada Lampiran 3 halaman 47.

2) Bekisting Kolom

Bekisting kolom menggunakan panel yang terbuat dari besi dan terdiri dari dua bagian yang bisa dibongkar pasang. Berat dari panel tersebut sebesar 325 kg.

3) Concrete Bucket

Kapasitas bucket yang digunakan yaitu sebesar 0,8 m³ atau 1920 kg dengan mutu beton K-350 dan berat jenis sebesar 2400 kg/m³.

f. Data Harga Peralatan

Berdasarkan data dari pihak kontraktor, didapatkan data harga peralatan yang dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Data Harga Peralatan

Item Biaya	Biaya
Mobilisasi dan demobilisasi	Rp 189.000.000,00
Erection dan dismantling	Rp 137.000.000,00
Operator	Rp 10.000.000,00
Pelumas	Rp 35.414.400,00
Listrik	Rp 7.647.885,00
Maintenance	Rp 30.000.000,00
Concrete Bucket	Rp 21.000.000,00

Sumber: Data Proyek, 2022

C. Perhitungan Data

Tahapan perhitungan produktivitas *tower crane* adalah sebagai berikut:

1. Perhitungan Produktivitas *Tower Crane*

a. Produktivitas *Tower Crane* pada pekerjaan Pengangkatan Tulangan Kolom

1) Menghitung Waktu Siklus

Perhitungan waktu siklus pekerjaan pengangkatan tulangan kolom K1 As 1/C adalah sebagai berikut:

Diketahui:

Waktu muat (LT)	: 123,34 detik
Waktu angkat (HT)	: 66,22 detik
Waktu bongkar (DT)	: 505,22 detik
Waktu Kembali (RT)	: 65,13 detik

Penyelesaian:

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu Siklus (CT)} &= \text{LT} + \text{HT} + \text{DT} + \text{RT} \\
 &= 123,34 + 66,22 + 505,22 + \\
 &\quad 65,13 \\
 &= 759,91 \text{ detik} \\
 &= 12,67 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

Perhitungan waktu siklus secara rinci dan lengkap dapat dilihat pada Lampiran 4 halaman 48 sampai 49.

2) Menghitung Faktor Efisiensi

Berdasarkan Tabel 1, diketahui:

Faktor Peralatan (E1)	: 0,90
Faktor Operator (E2)	: 1,00
Faktor Material (E3)	: 1,00
Faktor Manajemen dan Sifat Manusia (E4)	: 1,00
Faktor Cuaca (E5)	: 1,00
Faktor Perlengkapan atau <i>Attachment</i> (E6)	: 1,00
Faktor Kondisi Lapangan (E7)	: 0,80

Penyelesaian:

$$E = E1 \times E2 \times E3 \times E4 \times E5 \times E6 \times E7$$

$$E = 0,90 \times 1,00 \times 1,00 \times 1,00 \times 1,00 \times 1,00 \times 0,80 \\ = 0,72$$

3) Menghitung Produktivitas

Berdasarkan perhitungan di atas, diketahui:

Volume (q)	: 275,69 Kg
Waktu Siklus (CT)	: 12,67 menit
Faktor Efisiensi (E)	: 0,72

Penyelesaian:

$$Q = \frac{q}{CT} \times E \\ = \frac{275,69}{12,67} \times 0,72 \\ = 15,67 \text{ Kg/ menit}$$

Perhitungan produktivitas secara rinci dan lengkap dapat dilihat pada Lampiran 4 halaman 48 sampai 49.

b. Produktivitas *Tower Crane* pada Pekerjaan Pengangkatan Bekisting Kolom

1) Menghitung Waktu Siklus

Perhitungan waktu siklus pekerjaan pengangkatan bekisting kolom K1 As 1/C adalah sebagai berikut:

Diketahui:

Waktu muat (LT)	: 61,42 detik
Waktu angkat (HT)	: 42,56 detik
Waktu bongkar (DT)	: 120,23 detik
Waktu Kembali (RT)	: 30,45 detik

Penyelesaian:

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu Siklus (CT)} &= \text{LT} + \text{HT} + \text{DT} + \text{RT} \\
 &= 61,42 + 42,56 + 120,23 + \\
 &\quad 30,45 \\
 &= 254,66 \text{ detik} \\
 &= 4,24 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

Perhitungan waktu siklus secara rinci dan lengkap dapat dilihat pada Lampiran 5 halaman 50 sampai 51.

2) Menghitung Faktor Efisiensi

Berdasarkan Tabel 1, diketahui:

Faktor Peralatan (E1)	: 0,90
Faktor Operator (E2)	: 1,00
Faktor Material (E3)	: 1,00
Faktor Manajemen dan Sifat Manusia (E4)	: 1,00
Faktor Cuaca (E5)	: 1,00
Faktor Perlengkapan atau <i>Attachment</i> (E6)	: 1,00
Faktor Kondisi Lapangan (E7)	: 0,80

Penyelesaian:

$$\begin{aligned}
 E &= E1 \times E2 \times E3 \times E4 \times E5 \times E6 \times E7 \\
 E &= 0,90 \times 1,00 \times 1,00 \times 1,00 \times 1,00 \times 1,00 \times 0,80 \\
 &= 0,72
 \end{aligned}$$

3) Menghitung Produktivitas

Berdasarkan perhitungan di atas, diketahui:

Volume (q)	: 325 Kg
Waktu Siklus (CT)	: 4,24 menit
Faktor Efisiensi (E)	: 0,72

Penyelesaian:

$$\begin{aligned}
 Q &= \frac{q}{CT} \times E \\
 &= \frac{325}{4,24} \times 0,72 \\
 &= 55,13 \text{ Kg/ menit}
 \end{aligned}$$

Perhitungan produktivitas secara rinci dan lengkap dapat dilihat pada Lampiran 5 halaman 50 sampai 51.

c. Produktivitas *Tower Crane* pada Pekerjaan Pengecoran Kolom Menggunakan *Concrete Bucket*

1) Menghitung Waktu Siklus

Berikut merupakan perhitungan waktu siklus pengecoran kolom K1 As 1/C menggunakan *concrete bucket* yang terdiri atas dua siklus. Perhitungan waktu siklus adalah sebagai berikut:

Siklus pertama

Diketahui:

Waktu muat (LT)	: 40,28 detik
Waktu angkat (HT)	: 37,79 detik
Waktu bongkar (DT)	: 80,11 detik
Waktu Kembali (RT)	: 36,96 detik

Penyelesaian:

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu Siklus (CT)} &= LT + HT + DT + RT \\
 &= 40,28 + 37,79 + 80,11 + \\
 &\quad 36,96 \\
 &= 195,14 \text{ detik} \\
 &= 3,25 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

Siklus kedua

Diketahui:

Waktu muat (LT)	: 39,19 detik
Waktu angkat (HT)	: 38,93 detik
Waktu bongkar (DT)	: 80,45 detik

Waktu Kembali (RT) : 39,13 detik

Penyelesaian:

$$\begin{aligned} \text{Waktu Siklus (CT)} &= \text{LT} + \text{HT} + \text{DT} + \text{RT} \\ &= 39,19 + 38,93 + 80,45 + \\ &\quad 39,13 \\ &= 197,7 \text{ detik} \\ &= 3,30 \text{ menit} \end{aligned}$$

Perhitungan waktu siklus secara rinci dan lengkap dapat dilihat pada Lampiran 6 halaman 52 sampai 55.

2) Menghitung Faktor Efisiensi

Berdasarkan Tabel 1, diketahui:

Faktor Peralatan (E1)	: 0,90
Faktor Operator (E2)	: 1,00
Faktor Material (E3)	: 1,00
Faktor Manajemen dan Sifat Manusia (E4)	: 1,00
Faktor Cuaca (E5)	: 1,00
Faktor Perlengkapan atau <i>Attachment</i> (E6)	: 1,00
Faktor Kondisi Lapangan (E7)	: 0,80

Penyelesaian:

$$\begin{aligned} E &= E1 \times E2 \times E3 \times E4 \times E5 \times E6 \times E7 \\ E &= 0,90 \times 1,00 \times 1,00 \times 1,00 \times 1,00 \times 1,00 \times 0,80 \\ &= 0,72 \end{aligned}$$

3) Menghitung Produktivitas

Siklus pertama

Berdasarkan perhitungan di atas, diketahui:

Volume (q)	: 1920 Kg
Waktu Siklus (CT)	: 3,25 menit
Faktor Efisiensi (E)	: 0,72

Penyelesaian:

$$Q = \frac{q}{CT} \times E$$

$$= \frac{1920}{3,25} \times 0,72$$

$$= 425,05 \text{ Kg/ menit}$$

Siklus kedua

Berdasarkan perhitungan di atas, diketahui:

Volume (q)	: 1920 Kg
Waktu Siklus (CT)	: 3,30 menit
Faktor Efisiensi (E)	: 0,72

Penyelesaian:

$$Q = \frac{q}{CT} \times E$$

$$= \frac{1920}{3,30} \times 0,72$$

$$= 419,54 \text{ Kg/ menit}$$

Perhitungan produktivitas secara rinci dan lengkap dapat dilihat pada Lampiran 6 halaman 52 sampai 55.

2. Perhitungan Biaya Pengoperasian *Tower Crane*

Tower crane yang digunakan adalah type MC 235 B dengan standar mesin 150 KVA dan asumsi pemakaian alat selama 8 bulan.

a. Perhitungan Biaya *Tower Crane* Per Jam

Berdasarkan data harga peralatan pada Tabel 5, dapat dilakukan perhitungan biaya pengoperasian *tower crane*. Asumsi yang digunakan dalam perhitungan biaya ini adalah:

1 hari	= 8 jam (tanpa lembur)
1 bulan	= 30 hari
Jumlah jam dalam 1 bulan	= 30 hari x 8 jam
	= 240 jam

1) Biaya Operator

Diketahui:

Biaya untuk 2 operator	= Rp10.000.000,00
------------------------	-------------------

Penyelesaian:

Biaya operator per jam	= Rp10.000.000/ 240 jam
------------------------	-------------------------

$$= 41.666,66/ \text{jam}$$

2) Biaya Pelumas

Diketahui:

DK = Kekuatan Minyak = 150 KVA

F = Faktor = (0,83 x 0,8)

c = isi dari carter mesin = 200 liter

t = selang waktu pegantian = 42 jam

Penyelesaian:

$$G = \frac{(150 \times 0,664)}{195,5} + \frac{200}{42}$$

$$= 5,27 \text{ liter/ jam}$$

Biaya pemakaian pelumas per jam:

$$= 5,27 \text{ liter/ jam} \times \text{Rp}28.000/ \text{liter}$$

$$= \text{Rp}147.560,00/ \text{jam}$$

Biaya pemakaian pelumas per bulan

$$= \text{Rp}147.560,00 \times 240 \text{ jam}$$

$$= \text{Rp}35.414.400,00/ \text{bulan}$$

3) Biaya Listrik

Diketahui:

Biaya listrik per kva = Rp1.699,53

Pemakaian listrik *tower crane* per hari = 150 kva

Penyelesaian:

Biaya pemakaian listrik = Rp1.699,53 × 150 kva

$$= \text{Rp}254.929,50/ \text{hari}$$

$$= \text{Rp}31.866,19/ \text{jam}$$

Biaya listrik per bulan = Rp254.929,50 × 30 hari

$$= \text{Rp}7.647.885,00/ \text{bulan}$$

Total biaya *tower crane* per jam adalah:

Biaya *tower crane* per jam = Rp41.666,66 +

$$\text{Rp}147.560,00 +$$

$$\begin{aligned} & \text{Rp}31.866,19 \\ & = \text{Rp}220.094,85/\text{jam} \end{aligned}$$

b. Perhitungan Biaya *Tower Crane* untuk Pekerjaan Kolom Lantai 5

Diketahui:

$$\begin{aligned} \text{Jumlah hari untuk pekerjaan kolom} &= 13 \text{ hari} \\ 1 \text{ hari} &= 8 \text{ jam} \\ \text{Biaya } \textit{tower crane} \text{ per jam} &= \text{Rp}220.094,85/\text{jam} \end{aligned}$$

Penyelesaian:

$$\begin{aligned} & \text{Biaya } \textit{tower crane} \text{ untuk pekerjaan} \\ & \text{Kolom Lantai 5 per hari} &= \text{Rp}220.094,85 \times 8 \text{ jam} \\ & &= \text{Rp}1.760.758,8/\text{hari} \\ & \text{Biaya total } \textit{tower crane} \text{ untuk} \\ & \text{pekerjaan kolom Lantai 5} &= \text{Rp}1.760.758,8 \times 13 \text{ hari} \\ & &= \text{Rp}22.889.864,4 \end{aligned}$$

c. Perhitungan Total Biaya Pengoperasian *Tower Crane*

Untuk perhitungan total biaya pengoperasian *tower crane* dengan asumsi pemakaian selama 8 bulan dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Perhitungan Total Biaya Pengoperasian *Tower Crane*

Item Biaya	Volume	Satuan	Biaya per bulan	Biaya Total per 8 bulan
Mobilisasi dan demobilisasi	1	unit	Rp 189.000.000,00	Rp 189.000.000,00
Erection dan dismantling	1	unit	Rp 137.000.000,00	Rp 137.000.000,00
Operator	8	Bulan	Rp 10.000.000,00	Rp 80.000.000,00
Pelumas	8	Bulan	Rp 35.414.400,00	Rp 283.315.200,00
Listrik	8	Bulan	Rp 7.647.885,00	Rp 61.183.080,00
Maintenance	8	Bulan	Rp 30.000.000,00	Rp 240.000.000,00
Concrete Bucket	1	unit	Rp 21.000.000,00	Rp 21.000.000,00
Total Biaya				Rp 1.011.498.280,00

Sumber: Perhitungan Data

D. Hasil Analisis

Setelah melakukan perhitungan data, maka hasil perhitungan pada Proyek Pembangunan Gedung Pusat Informasi dan Perpustakaan Universitas Negeri Padang yang dapat dilihat sebagai berikut:

2. Hasil Perhitungan Produktivitas Efektif Rata-Rata *Tower Crane*

Untuk hasil perhitungan produktivitas efektif *tower crane* pada pekerjaan kolom lantai 5 dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Perhitungan Produktivitas *Tower Crane*

No	Jenis Pekerjaan	Produktivitas Rata-rata
1	Pengangkatan Tulangan Kolom	15,11 Kg/ menit
2	Pengangkatan Bekisting Kolom	55,08 Kg/ menit
3	Pengecoran Kolom Menggunakan <i>Concrete Bucket</i>	427,06 Kg/ menit

Sumber: Perhitungan Data

Berdasarkan perhitungan produktivitas alat berat *tower crane* yang telah dilakukan, hasil produktivitas dari *tower crane* pada pekerjaan kolom Lantai 5 adalah sebesar 15,11 Kg/menit untuk pekerjaan pengangkatan tulangan kolom, 55,08 Kg/menit untuk pekerjaan pengangkatan bekisting kolom dan 427,06 Kg/menit untuk pekerjaan pengecoran kolom menggunakan *concrete bucket*.

3. Hasil Perhitungan Biaya Pengoperasian *Tower Crane*

Untuk hasil perhitungan biaya pengoperasian *tower crane* dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Perhitungan Biaya Pengoperasian *Tower Crane*

No	Jenis Perhitungan	Hasil Perhitungan
1	Biaya <i>Tower Crane</i> per jam	Rp220.094,85/ jam
2	Biaya Pengoperasian <i>Tower Crane</i> untuk Pekerjaan Kolom Lantai 5	Rp22.889.864,40
3	Total Biaya Pengoperasian <i>Tower Crane</i>	Rp1.011.498.280,00

Sumber: Perhitungan Data

Berdasarkan perhitungan biaya pengoperasian alat berat *tower crane* yang telah dilakukan, didapatkan hasil yaitu sebesar Rp220.094,85/ jam yang hanya meliputi biaya operator, biaya pelumas dan biaya listrik. Biaya pengoperasian yang dikeluarkan untuk pekerjaan kolom Lantai 5 yaitu sebesar Rp22.889.864,4 dengan durasi pekerjaan selama 13 hari. Total biaya

pengoperasian yang dikeluarkan oleh pihak kontraktor dengan asumsi 8 bulan pemakaian yaitu sebesar Rp1.011.498.280,00.

E. Pembahasan

1. Produktivitas Alat Berat *Tower Crane*

Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan, nilai produktivitas efektif dari alat berat *tower crane* yang diperoleh cukup baik berdasarkan faktor efisiensi yang didapatkan yaitu sebesar 0,72. Faktor efisiensi tersebut berkategori kondisi operasi alat sedang dan pemeliharaan mesin baik sekali berdasarkan Tabel 2. Tinggi dan rendahnya produktivitas suatu alat berat dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor efisiensi seperti faktor cuaca, faktor peralatan, faktor kondisi lapangan serta faktor lainnya. Faktor efisiensi juga berpengaruh terhadap produktivitas alat berat karena semakin kecil nilai faktor efisiensi maka semakin besar nilai produktivitas yang diperoleh begitupun sebaliknya. Jika produktivitas yang diperoleh dari suatu alat berat itu tinggi maka akan mempercepat untuk mencapai target waktu penyelesaian pekerjaan di lapangan, sedangkan apabila produktivitas yang diperoleh rendah maka akan memperlambat untuk mencapai target waktu penyelesaian pekerjaan di lapangan.

2. Biaya Pengoperasian *Tower Crane*

Merujuk pada aspek biaya pengoperasian *tower crane* pada Kajian Pustaka di Bab dua, untuk perhitungan total biaya pengoperasian alat berat *tower crane* di proyek bisa lebih tinggi dibandingkan dengan hasil perhitungan yang telah dilakukan. Pada perhitungan ini penulis tidak memasukkan biaya untuk pembuatan fondasi dari *tower crane* karena dokumen rincian biaya untuk pembuatan fondasi *tower crane* tidak diberikan oleh kontraktor.

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan perhitungan data yang telah dilakukan maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Produktivitas efektif alat berat *tower crane* pada pekerjaan pengangkatan tulangan kolom sebesar 15,11 Kg/menit, pekerjaan pengangkatan bekisting kolom sebesar 55,08 Kg/menit dan pekerjaan pengecoran kolom menggunakan *concrete bucket* sebesar 427,06 Kg/menit.
2. Biaya pengoperasian alat berat *tower crane* per jam yaitu sebesar Rp220.094,85, biaya pengoperasian *tower crane* untuk pekerjaan kolom Lantai 5 sebesar Rp22.889.864,4 dan Total biaya operasional *tower crane* yang dikeluarkan oleh pihak kontraktor sebesar Rp1.011.498.280,00 selama 8 bulan pemakaian alat.

B. Saran

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan maka dapat diberikan saran sebagai berikut:

1. Untuk pihak kontraktor PT Nusa Konstruksi Enjiniring, Tbk diharapkan untuk melakukan perhitungan produktivitas alat berat yang digunakan agar dapat mempermudah pekerjaan menjadi lebih cepat dan efisien.
2. Melihat perhitungan ini masih bisa dikembangkan lebih lanjut, untuk mahasiswa Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang, dapat melakukan tinjauan yang lebih kompleks dengan memasukkan rincian biaya pembuatan fondasi *tower crane*.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, Iqafdi. A., dan Mas, Suryanto. HS. (2012). "Analisis Produktivitas dan Biaya Operasional Tower Crane pada Proyek Puncak Central Business District Surabaya". *Rekayasa Teknik Sipil*, 1(1). Hlm. 1-12.
- Amalia, Sofia. D., dan Purwadi, D. (2017). "Analisis Produktivitas Tower Crane pada Proyek Pembangunan Gedung Tunjungan Plaza 6 Surabaya." *Rekayasa Teknik Sipil*, 1(1), 144–155.
- Construction Week*. (2013). *Towers, towers, towers*. <https://www.constructionweekonline.com/products-services/article-22172-towers-towers-towers> diakses pada 25 April 2023
- Fadhila, H., dan Nursin, A. (2019). "Analisis Waktu Siklus *Tower Crane* pada Proyek *South Side Apartment*." *Seminar Nasional Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta*. Hlm. 659-666.
- Frederika, A., dan Rai Widhiawati, I. A. (2017). "Analisis Produktivitas Metode Pelaksanaan Pengecoran Beton Ready Mix pada Balok dan Pelat Lantai Gedung." *Jurnal Spektran*, 5(1), 56–63.
- Giatman, M. (2005). *Ekonomi Teknik*. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada
- Israr, Chairul. (2011). *Modul Mata Kuliah Alat Berat dan Pindahkan Tanah Mekanis*. Padang: Universitas Negeri Padang
- Kaprina, A., Winarto, S., & Cahyo, Y SP. (2018). "Analisa Produktivitas Alat Berat pada Proyek Pembangunan Gedung Fakultas Syariah dan Ilmu Hukum IAIN Tulungagung." *JURMATEKS*, 1(1), 1-11.
- Kholil, Ahmad. (2012). *Alat Berat*. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya
- Kosmatka, Steven H., Kerkhoff, Beatrix., & Panarese, William C (2002). *Design and Control of Concrete Mixtures*. 14th ed. Illinois: *Portland Cement Association*
- Kusrin. (2008). *Pemindahan Tanah Mekanis dan Alat Berat*. Semarang: University Press
- Nabar, Darmansyah. (1998). *Pemindahan Tanah Mekanis dan Alat Berat*. Palembang: Universitas Sriwijaya
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 2022 tentang Penyusunan Perkiraan Biaya Pekerjaan Konstruksi Bidang Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
- ProservCrane*. (2022). *Free Standing Crane Systems*. <https://www.proservcrane.com/Products/FreeStandingCranes> diakses pada tanggal 25 April 2023

- Rostiyanti, S. F. (2008). *Alat Berat untuk Proyek Konstruksi*. 2nd ed. Jakarta: Rineka Cipta
- Santosa, Budi. (2009). *Manajemen Proyek: Konsep & Implementasi*. Yogyakarta: Graha Ilmu
- Seoharto, I. (1997). *Manajemen Proyek (Dari Konseptual Sampai Operasional)*. Jakarta: Erlangga
- Skyline. (2015). *Climbing Tower Cranes*. <https://sky-line.co.il/en/cranes/climbing-tower-cranes/> diakses pada 25 April 2023
- Subagyo, Galih. W., dan Tjondro, Ryan. (2021). "Analisis Produktivitas *Tower Crane* (Studi Kasus Proyek Bintaro Jaya Xchange Tahap II, Tangerang Selatan)" *CESD*, 4(2). Hlm 108-118
- Wilopo, Djoko. (2009). *Metode Konstruksi dan Alat-alat Berat*. Jakarta: Universitas Indonesia (UI-Press)
- Zaz Grup. (2022). *Rail Mounted Gantry Crane*. <https://www.zazmae.com/Crane/14.html> diakses pada 25 April 2023

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Tugas Pembimbing



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
 UNIVERSITAS NEGERI PADANG
 FAKULTAS TEKNIK
 DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
 Jl. Prof Dr. Hamka Kampus UNP Air Tawar Padang 25131
 Telp. (0751) 7059996, FT: (0751) 7055644, 445118 Fax .7055644
 E-mail : info@ft.unp.ac.id

SURAT TUGAS PEMBIMBING

No. ~~1~~ /UN35.2.6/AK/2023

Sehubungan dengan pelaksanaan Proyek Akhir mahasiswa di bawah ini:

Nama : M.Revandza Armanika
 NIM/TM : 2020/20062030
 Judul : Perhitungan Ulang Produktivitas dan Biaya Pengoperasian
 Tower Crane Pada Proyek Pembangunan Gedung Pusat
 Informasi dan Perpustakaan UNP

Terdaftar pada KRS Semester Januari-Juni 2023

Berdasarkan persetujuan mahasiswa dengan Penasehat Akademis dan pertimbangan Jurusan, maka untuk membimbing mahasiswa tersebut di atas kami tugaskan kepada :

Nama : Risma Apdeni, ST.,MT
 NIP : 19710407 199903 2 002
 Pangkat/Gol. : Penata Muda Tk.I/ III.b
 Jabatan : Lektor

Demikianlah Surat Tugas ini disampaikan untuk dilaksanakan. Atas kerja sama dan bantuannya diucapkan terima kasih.

Padang, 6 Maret 2023
 Ketua,


Faisal Ashar, ST.,MT.,Ph.D
 NIP.19750103 200312 1 001

Tembusan:

1. Dekan FT UNP Padang
2. Dosen Pembimbing
3. Mahasiswa Ybs.
4. Arsip.

Catatan: Proyek Akhir berlaku paling lama 1 tahun terhitung dari pengeluaran surat penugasan pembimbing

Lampiran 2. Surat Izin Penelitian

Print

http://akama.ft.unp.ac.id/operator/permohonan_cetak_ulang/9157

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
FAKULTAS TEKNIK

Jl. Prof. Dr. Hamka, Kampus UNP Air Tawar, Padang 25132
Telp. (0751) 7055644, 445118 Fax (0751) 7055644, 7055628
website : www.ft.unp.ac.id e-mail : info@ft.unp.ac.id

Nomor : 0866/UN35.2.1/LT/2023

05 Juni 2023

Hal : Izin Melakukan Penelitian

Yth. Project Manager PT Nusa Konstruksi
Enjiniring, Tbk.
di
Padang

Dengan hormat,

Sehubungan dengan penulisan Proyek Akhir mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang yang tersebut di bawah ini :

No	Nama	BP/NIM	Prodi	Jenjang Program
1	M REVANDZA ARMANIKA	2020 / 20062030	Teknik Sipil dan Bangunan	D III

kami mohon bantuan Saudara memberi izin kepada mahasiswa tersebut di atas, untuk melakukan Penelitian di PT Nusa Konstruksi Enjiniring, Tbk. mulai tanggal 05 Juni 2023 s/d 26 Juni 2023.

Judul Proyek : *'Perhitungan Ulang Produktivitas Dan Biaya Pengoperasian Tower Crane
Akhir : Pada Proyek Pembangunan Gedung Pusat Informasi Dan Perpustakaan
Universitas Negeri Padang'*

Demikian kami sampaikan, atas bantuan dan kerjasama Saudara diucapkan terima kasih.



Dekan
Dr. Fahmi Rizal, M.Pd., MT.
NIP. 19591204 198503 1004

Lampiran 3. Perhitungan Berat Tulangan Kolom Lantai 5

<u>TULANGAN POKOK</u>					
Diameter	22	ulir			
Tinggi	4,2	m			
Jumlah	18	buah			
Berat besi per meter	2,98	kg			
Total	75,6	m	=	225,29	kg
<u>BEGEL LUAR</u>					
Diameter	16	ulir			
Panjang	12	m			
Jumlah	2	buah			
Berat besi per meter	1,58	kg			
Total	24	m	=	37,92	kg
<u>BEGEL DALAM</u>					
Diameter	13	ulir			
Panjang	12	m			
Jumlah	1	buah			
Berat besi per meter	1,04	kg			
Total	12	m	=	12,48	kg
TOTAL BERAT BESI TIAP KOLOM LANTAI 5			=	275,69	kg

Lampiran 4. Perhitungan Waktu Siklus Pengangkatan Tulangan Kolom

No	Kolom	Item Pekerjaan	Volume Pekerjaan per Kg (q)	Faktor Efisiensi Alat (E)	Waktu Muat (detik)	Waktu Angkat (detik)	Waktu Bongkar (detik)	Waktu Kembali (detik)	Waktu Siklus (detik)	Waktu Siklus (menit) (CT)	Produktivitas (Kg/menit) $Q=q/CT \times E$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	K1 As 1/C	Tulangan Kolom	275,69	0,7	123,34	66,22	505,22	65,13	759,91	12,67	15,67
2	K1 As 2/B	Tulangan Kolom	275,69	0,7	134,42	67,44	504,62	66,72	773,20	12,89	15,40
3	K1 As 2/C	Tulangan Kolom	275,69	0,7	133,26	66,62	523,02	64,81	787,71	13,13	15,12
4	K1 As 2/D	Tulangan Kolom	275,69	0,7	140,41	60,61	528,67	60,11	789,8	13,16	15,08
5	K1 As 2/E	Tulangan Kolom	275,69	0,7	135,13	59,97	492,29	58,92	746,31	12,44	15,96
6	K1 As 2/F	Tulangan Kolom	275,69	0,7	138,56	62,38	503,42	61,25	765,61	12,76	15,56
7	K1 As 3/A	Tulangan Kolom	275,69	0,7	126,67	67,82	490,26	66,22	750,97	12,52	15,86
8	K1 As 3/B	Tulangan Kolom	275,69	0,7	134,41	70,82	516,68	68,91	790,82	13,18	15,06
9	K1 As 3/D	Tulangan Kolom	275,69	0,7	148,85	77,49	529,08	76,17	831,59	13,86	14,32
10	K1 As 3/F	Tulangan Kolom	275,69	0,7	132,69	75,26	504,63	73,29	785,87	13,10	15,15
11	K1 As 4/B	Tulangan Kolom	275,69	0,7	123,83	78,63	516,94	75,63	795,03	13,25	14,98
12	K1 As 4/C	Tulangan Kolom	275,69	0,7	140,46	70,29	511,87	68,81	791,43	13,19	15,05
13	K1 As 4/D	Tulangan Kolom	275,69	0,7	150,68	79,83	517,21	77,37	825,09	13,75	14,43
14	K1 As 4/E	Tulangan Kolom	275,69	0,7	133,87	76,82	505,29	73,43	789,41	13,16	15,09
15	K1 As 4/F	Tulangan Kolom	275,69	0,7	135,72	77,43	498,06	74,23	785,44	13,09	15,16
16	K1 As 5/B	Tulangan Kolom	275,69	0,7	141,61	71,31	488,87	68,58	770,37	12,84	15,46
17	K1 As 5/C	Tulangan Kolom	275,69	0,7	163,27	68,67	499,22	65,59	796,75	13,28	14,95
18	K2 As 5/D	Tulangan Kolom	275,69	0,7	145,28	72,84	518,14	68,91	805,17	13,42	14,79
19	K2 As 5/E	Tulangan Kolom	275,69	0,7	127,22	66,29	510,46	63,73	767,7	12,80	15,51
20	K2 As 5/F	Tulangan Kolom	275,69	0,7	137,41	80,15	499,28	77,46	794,3	13,24	14,99

No	Kolom	Item Pekerjaan	Volume Pekerjaan per Kg (q)	Faktor Efisiensi Alat (E)	Waktu Muat (detik)	Waktu Angkat (detik)	Waktu Bongkar (detik)	Waktu Kembali (detik)	Waktu Siklus (detik)	Waktu Siklus (menit) (CT)	Produktivitas (Kg/menit) $Q=q/CT \times E$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
21	K1 As 6/B	Tulangan Kolom	275,69	0,7	128,47	78,92	529,78	75,23	812,4	13,54	14,66
22	K1 As 6/C	Tulangan Kolom	275,69	0,7	136,89	69,26	534,96	65,16	806,27	13,44	14,77
23	K2 As 6/D	Tulangan Kolom	275,69	0,7	130,24	73,92	522,26	68,68	795,1	13,25	14,98
24	K2 As 6/E	Tulangan Kolom	275,69	0,7	166,92	77,41	530,07	72,33	846,73	14,11	14,07
25	K2 As 6/F	Tulangan Kolom	275,69	0,7	170,39	68,57	529,22	62,89	831,07	13,85	14,33
26	K1 As 7/B	Tulangan Kolom	275,69	0,7	152,41	70,24	497,41	67,71	787,77	13,13	15,12
27	K1 As 7/C	Tulangan Kolom	275,69	0,7	149,36	74,52	500,92	70,22	795	13,25	14,98
28	K1 As 7/D	Tulangan Kolom	275,69	0,7	138,93	66,86	506,46	62,97	775,22	12,92	15,36
29	K1 As 7/E	Tulangan Kolom	275,69	0,7	144,22	69,77	511,38	66,28	791,65	13,19	15,04
30	K4 As 7/F	Tulangan Kolom	275,69	0,7	147,95	71,33	520,73	69,11	809,12	13,49	14,72
31	K1 As 8/B	Tulangan Kolom	275,69	0,7	139,58	68,63	489,88	65,83	763,92	12,73	15,59
32	K1 As 8/C	Tulangan Kolom	275,69	0,7	137,41	67,92	497,27	66,76	769,36	12,82	15,48
33	K1 As 8/F	Tulangan Kolom	275,69	0,7	142,24	70,97	501,66	68,91	783,78	13,06	15,20
34	K1 As 9/B	Tulangan Kolom	275,69	0,7	155,78	72,29	510,51	70,67	809,25	13,49	14,72
35	K1 As 9/C	Tulangan Kolom	275,69	0,7	132,89	66,13	512,42	65,32	776,76	12,95	15,33
36	K1 As 9/D	Tulangan Kolom	275,69	0,7	130,62	69,37	500,12	67,22	767,33	12,79	15,52
37	K1 As 9/E	Tulangan Kolom	275,69	0,7	129,28	65,72	499,37	64,17	758,54	12,64	15,70
38	K1 As 9/F	Tulangan Kolom	275,69	0,7	131,49	67,81	520,33	66,39	786,02	13,10	15,15
Total			10476,22						29967,79	499,46	
Rata-rata					139,79	70,70	509,95	68,19	788,63	13,14	15,11

Lampiran 5. Perhitungan Waktu Siklus Pengangkatan Bekisting Kolom

No	Kolom	Item Pekerjaan	Volume Pekerjaan per Kg (q)	Faktor Efisiensi Alat (E)	Waktu Muat (detik)	Waktu Angkat (detik)	Waktu Bongkar (detik)	Waktu Kembali (detik)	Waktu Siklus (detik)	Waktu Siklus (menit) (CT)	Produktivitas(Kg/menit) $Q=q/CT \times E$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	K1 As 1/C	1 set bekisting kolom	325	0,7	61,42	42,56	120,23	30,45	254,66	4,24	55,13
2	K1 As 2/B	1 set bekisting kolom	325	0,7	62,22	45,78	115,34	33,98	257,32	4,29	54,56
3	K1 As 2/C	1 set bekisting kolom	325	0,7	60,86	49,12	106,44	31,93	248,35	4,14	56,53
4	K1 As 2/D	1 set bekisting kolom	325	0,7	59,78	50,33	100,56	40,12	250,79	4,18	55,98
5	K1 As 2/E	1 set bekisting kolom	325	0,7	58,92	51,23	97,92	39,02	247,09	4,12	56,82
6	K1 As 2/F	1 set bekisting kolom	325	0,7	60,76	40,98	119,76	38,81	260,31	4,34	53,94
7	K1 As 3/A	1 set bekisting kolom	325	0,7	57,12	44,13	96,21	31,99	229,45	3,82	61,19
8	K1 As 3/B	1 set bekisting kolom	325	0,7	62,34	46,89	98,16	32,25	239,64	3,99	58,59
9	K1 As 3/D	1 set bekisting kolom	325	0,7	57,73	49,96	99,38	35,98	243,05	4,05	57,77
10	K1 As 3/F	1 set bekisting kolom	325	0,7	60,53	50,24	116,98	37,25	265	4,42	52,98
11	K1 As 4/B	1 set bekisting kolom	325	0,7	56,95	51,71	121,04	31,76	261,46	4,36	53,70
12	K1 As 4/C	1 set bekisting kolom	325	0,7	60,62	52,32	99,12	34,89	246,95	4,12	56,85
13	K1 As 4/D	1 set bekisting kolom	325	0,7	61,14	55,02	100,97	30,98	248,11	4,14	56,59
14	K1 As 4/E	1 set bekisting kolom	325	0,7	62,11	54,11	104,66	39,72	260,6	4,34	53,88
15	K1 As 4/F	1 set bekisting kolom	325	0,7	58,71	50,33	110,26	36,45	255,75	4,26	54,90
16	K1 As 5/B	1 set bekisting kolom	325	0,7	59,22	43,67	109,34	38,91	251,14	4,19	55,91
17	K1 As 5/C	1 set bekisting kolom	325	0,7	61,44	47,37	100,77	32,77	242,35	4,04	57,93
18	K2 As 5/D	1 set bekisting kolom	325	0,7	58,93	48,12	119,56	35,58	262,19	4,37	53,55
19	K2 As 5/E	1 set bekisting kolom	325	0,7	62,04	50,09	111,41	39,13	262,67	4,38	53,45
20	K2 As 5/F	1 set bekisting kolom	325	0,7	63,15	51,38	98,67	40,01	253,21	4,22	55,45

No	Kolom	Item Pekerjaan	Volume Pekerjaan per Kg (q)	Faktor Efisiensi Alat (E)	Waktu Muat (detik)	Waktu Angkat (detik)	Waktu Bongkar (detik)	Waktu Kembali (detik)	Waktu Siklus (detik)	Waktu Siklus (menit) (CT)	Produktivitas(Kg/menit) $Q=q/CT \times E$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
21	K1 As 6/B	1 set bekisting kolom	325	0,7	59,45	52,15	120,45	33,92	265,97	4,43	52,79
22	K1 As 6/C	1 set bekisting kolom	325	0,7	60,96	49,22	105,93	34,64	250,75	4,18	55,99
23	K2 As 6/D	1 set bekisting kolom	325	0,7	64,53	45,78	107,13	30,99	248,43	4,14	56,51
24	K2 As 6/E	1 set bekisting kolom	325	0,7	62,67	47,07	119,04	31,23	260,01	4,33	54,00
25	K2 As 6/F	1 set bekisting kolom	325	0,7	64,21	50,11	101,98	39,28	255,58	4,26	54,93
26	K1 As 7/B	1 set bekisting kolom	325	0,7	65,11	48,91	111,38	38,81	264,21	4,40	53,14
27	K1 As 7/C	1 set bekisting kolom	325	0,7	60,43	47,88	115,78	37,91	262	4,37	53,59
28	K1 As 7/D	1 set bekisting kolom	325	0,7	59,87	42,99	99,57	31,45	233,88	3,90	60,03
29	K1 As 7/E	1 set bekisting kolom	325	0,7	61,23	44,72	102,33	36,94	245,22	4,09	57,25
30	K4 As 7/F	1 set bekisting kolom	325	0,7	62,33	49,87	118,25	33,77	264,22	4,40	53,14
31	K1 As 8/B	1 set bekisting kolom	325	0,7	59,92	50,01	100,88	35,06	245,87	4,10	57,10
32	K1 As 8/C	1 set bekisting kolom	325	0,7	58,82	43,95	119,87	38,95	261,59	4,36	53,67
33	K1 As 8/F	1 set bekisting kolom	325	0,7	60,08	48,88	114,22	31,02	254,2	4,24	55,23
34	K1 As 9/B	1 set bekisting kolom	325	0,7	61,77	51,23	120,09	39,19	272,28	4,54	51,56
35	K1 As 9/C	1 set bekisting kolom	325	0,7	62,25	52,03	121,98	40,02	276,28	4,60	50,82
36	K1 As 9/D	1 set bekisting kolom	325	0,7	63,02	50,33	122,05	35,91	271,31	4,52	51,75
37	K1 As 9/E	1 set bekisting kolom	325	0,7	61,19	49,28	119,67	34,48	264,62	4,41	53,06
38	K1 As 9/F	1 set bekisting kolom	325	0,7	62,22	51,25	120,51	31,25	265,23	4,42	52,94
Total			12350						9701,74	161,70	
Rata-rata					60,95	48,71	110,21	35,44	255,31	4,26	55,08

Lampiran 6. Perhitungan Waktu Siklus Pengecoran Kolom

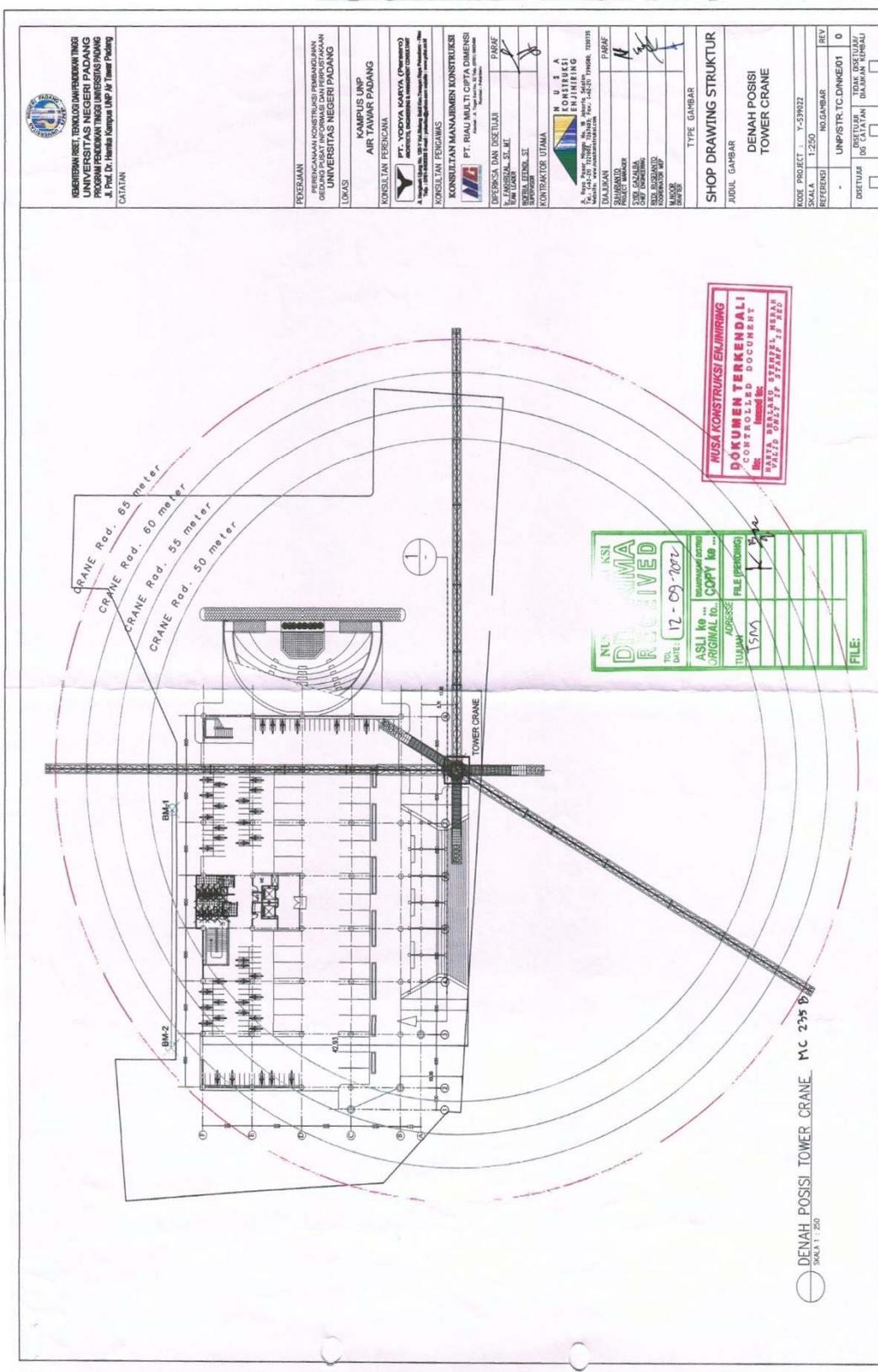
No	Kolom	Item Pekerjaan	Volume Pekerjaan per m3	Faktor Efisiensi Alat (E)	Volume Pekerjaan per Kg (q)	Waktu Muat (detik)	Waktu Angkat (detik)	Waktu Bongkar (detik)	Waktu Kembali (detik)	Waktu Siklus (detik)	Waktu siklus (menit) (CT)	Produktivitas (Kg/menit) $Q=q/CT \times E$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	K1 As 1/C	1 concrete bucket	0,8	0,7	1920	40,28	37,79	80,11	36,96	195,14	3,25	425,05
		1 concrete bucket	0,8	0,7	1920	39,19	38,93	80,45	39,13	197,7	3,30	419,54
2	K1 As 2/B	1 concrete bucket	0,8	0,7	1920	41,31	40,19	81,06	39,46	202,02	3,37	410,57
		1 concrete bucket	0,8	0,7	1920	43,33	41,22	78,93	41,12	204,6	3,41	405,40
3	K1 As 2/C	1 concrete bucket	0,8	0,7	1920	40,77	40,51	80,19	40,39	201,86	3,36	410,90
		1 concrete bucket	0,8	0,7	1920	39,86	39,73	80,51	42,77	202,87	3,38	408,85
4	K1 As 2/D	1 concrete bucket	0,8	0,7	1920	43,87	40,93	81,33	40,12	206,25	3,44	402,15
		1 concrete bucket	0,8	0,7	1920	45,66	41,35	79,23	39,97	206,21	3,44	402,23
5	K1 As 2/E	1 concrete bucket	0,8	0,7	1920	42,34	44,78	80,34	42,22	209,68	3,49	395,57
		1 concrete bucket	0,8	0,7	1920	41,22	44,99	79,2	43,66	209,07	3,48	396,73
6	K1 As 2/F	1 concrete bucket	0,8	0,7	1920	37,12	45,8	77,32	43,62	203,86	3,40	406,87
		1 concrete bucket	0,8	0,7	1920	35,99	46,98	78,41	44,48	205,86	3,43	402,91
7	K1 As 3/A	1 concrete bucket	0,8	0,7	1920	38,21	34,82	72,79	33,55	179,37	2,99	462,42
		1 concrete bucket	0,8	0,7	1920	36,74	37,22	74,44	36,81	185,21	3,09	447,84
8	K1 As 3/B	1 concrete bucket	0,8	0,7	1920	37,72	36,71	75,11	35,77	185,31	3,09	447,60
		1 concrete bucket	0,8	0,7	1920	38,45	35,16	76,52	33,65	183,78	3,06	451,32
9	K1 As 3/D	1 concrete bucket	0,8	0,7	1920	40,29	40,22	70,89	39,4	190,8	3,18	434,72
		1 concrete bucket	0,8	0,7	1920	39,88	38,67	73,94	37,29	189,78	3,16	437,05
10	K1 As 3/F	1 concrete bucket	0,8	0,7	1920	48,5	49,77	93,31	47,76	239,34	3,99	346,55
		1 concrete bucket	0,8	0,7	1920	50,13	48,12	95,9	46,44	240,59	4,01	344,75

No	Kolom	Item Pekerjaan	Volume Pekerjaan per m3	Faktor Efisiensi Alat (E)	Volume Pekerjaan per Kg (q)	Waktu Muat (detik)	Waktu Angkat (detik)	Waktu Bongkar (detik)	Waktu Kembali (detik)	Waktu Siklus (detik)	Waktu siklus (menit) (CT)	Produktivitas (Kg/menit) $Q=q/CT \times E$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
11	K1 As 4/B	1 concrete bucket	0,8	0,7	1920	48,2	47,99	98,17	45,8	240,16	4,00	345,37
		1 concrete bucket	0,8	0,7	1920	45,77	43,66	97	41,55	227,98	3,80	363,82
12	K1 As 4/C	1 concrete bucket	0,8	0,7	1920	42,19	46,34	100,2	43,11	231,84	3,86	357,76
		1 concrete bucket	0,8	0,7	1920	40,22	45,6	90,42	44,38	220,62	3,68	375,96
13	K1 As 4/D	1 concrete bucket	0,8	0,7	1920	35,61	44,88	96,15	42,57	219,21	3,65	378,38
		1 concrete bucket	0,8	0,7	1920	32,11	39,91	92,1	40,27	204,39	3,41	405,81
14	K1 As 4/E	1 concrete bucket	0,8	0,7	1920	38,81	40,21	75,6	39,16	193,78	3,23	428,03
		1 concrete bucket	0,8	0,7	1920	39,55	41,65	77,82	40,1	199,12	3,32	416,55
15	K1 As 4/F	1 concrete bucket	0,8	0,7	1920	43,71	36,1	80,25	35,21	195,27	3,25	424,77
		1 concrete bucket	0,8	0,7	1920	46,27	34,96	83,33	33,41	197,97	3,30	418,97
16	K1 As 5/B	1 concrete bucket	0,8	0,7	1920	45,52	37,81	95,21	34,9	213,44	3,56	388,61
		1 concrete bucket	0,8	0,7	1920	44,19	35,91	90,47	33,31	203,88	3,40	406,83
17	K1 As 5/C	1 concrete bucket	0,8	0,7	1920	42,66	39,77	92,5	37,23	212,16	3,54	390,95
		1 concrete bucket	0,8	0,7	1920	41,88	38,9	93,65	35,55	209,98	3,50	395,01
18	K2 As 5/D	1 concrete bucket	0,8	0,7	1920	36,65	41,77	72,96	38,44	189,82	3,16	436,96
		1 concrete bucket	0,8	0,7	1920	38,55	45,28	71,55	40,11	195,49	3,26	424,29
19	K2 As 5/E	1 concrete bucket	0,8	0,7	1920	44,19	48,4	84,7	42,66	219,95	3,67	377,10
		1 concrete bucket	0,8	0,7	1920	43,68	47,88	83,55	43,31	218,42	3,64	379,75
20	K2 As 5/F	1 concrete bucket	0,8	0,7	1920	42,95	42,11	80,66	40,67	206,39	3,44	401,88
		1 concrete bucket	0,8	0,7	1920	40,6	43,35	75,44	39,21	198,6	3,31	417,64
21	K1 As	1 concrete bucket	0,8	0,7	1920	38,62	40,89	78,5	39,8	197,81	3,30	419,31

No	Kolom	Item Pekerjaan	Volume Pekerjaan per m3	Faktor Efisiensi Alat (E)	Volume Pekerjaan per Kg (q)	Waktu Muat (detik)	Waktu Angkat (detik)	Waktu Bongkar (detik)	Waktu Kembali (detik)	Waktu Siklus (detik)	Waktu siklus (menit) (CT)	Produktivitas (Kg/menit) $Q=q/CT \times E$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	6/B	1 concrete bucket	0,8	0,7	1920	37,73	41,27	73,67	38,85	191,52	3,19	433,08
22	K1 As 6/C	1 concrete bucket	0,8	0,7	1920	36,2	46,9	75,1	43,26	201,46	3,36	411,71
		1 concrete bucket	0,8	0,7	1920	35,19	44,71	74,38	42,22	196,5	3,28	422,11
23	K2 As 6/D	1 concrete bucket	0,8	0,7	1920	30,45	42,76	70,4	41,21	184,82	3,08	448,78
		1 concrete bucket	0,8	0,7	1920	29,87	43,22	71,9	40,88	185,87	3,10	446,25
24	K2 As 6/E	1 concrete bucket	0,8	0,7	1920	33,47	44,81	63,8	43,88	185,96	3,10	446,03
		1 concrete bucket	0,8	0,7	1920	35,2	45,17	65,25	42,03	187,65	3,13	442,01
25	K2 As 6/F	1 concrete bucket	0,8	0,7	1920	38,1	43,11	77,18	40,65	199,04	3,32	416,72
		1 concrete bucket	0,8	0,7	1920	36,84	43,98	79,7	39,21	199,73	3,33	415,28
26	K1 As 7/B	1 concrete bucket	0,8	0,7	1920	35,41	42,2	86,93	39,6	204,14	3,40	406,31
		1 concrete bucket	0,8	0,7	1920	36,92	41,79	86,17	38,61	203,49	3,39	407,61
27	K1 As 7/C	1 concrete bucket	0,8	0,7	1920	37,55	40,21	88,34	37,87	203,97	3,40	406,65
		1 concrete bucket	0,8	0,7	1920	36,43	41,58	87,47	36,11	201,59	3,36	411,45
28	K1 As 7/D	1 concrete bucket	0,8	0,7	1920	32,62	37,91	95,8	39,77	166,33	2,77	498,67
		1 concrete bucket	0,8	0,7	1920	30,14	38,78	93,66	38,25	200,83	3,35	413,01
29	K1 As 7/E	1 concrete bucket	0,8	0,7	1920	28,4	46,42	98,3	43,15	216,27	3,60	383,52
		1 concrete bucket	0,8	0,7	1920	26,64	51,8	88	43,87	210,31	3,51	394,39
30	K4 As 7/F	1 concrete bucket	0,8	0,7	1920	25,19	45,64	97	39,25	207,08	3,45	400,54
		1 concrete bucket	0,8	0,7	1920	27,39	50,86	86,92	39,38	204,55	3,41	405,49
31	K1 As 8/B	1 concrete bucket	0,8	0,7	1920	28,77	49,55	82	38,32	198,64	3,31	417,56
		1 concrete bucket	0,8	0,7	1920	26,45	48,27	85,55	39,93	200,2	3,34	414,31

No	Kolom	Item Pekerjaan	Volume Pekerjaan per m3	Faktor Efisiensi Alat (E)	Volume Pekerjaan per Kg (q)	Waktu Muat (detik)	Waktu Angkat (detik)	Waktu Bongkar (detik)	Waktu Kembali (detik)	Waktu Siklus (detik)	Waktu siklus (menit) (CT)	Produktivitas (Kg/menit) $Q=q/CT \times E$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
32	K1 As 8/C	1 concrete bucket	0,8	0,7	1920	29,04	51,19	92	42,14	214,37	3,57	386,92
		1 concrete bucket	0,8	0,7	1920	30,12	50,16	97,24	41,66	219,18	3,65	378,43
33	K1 As 8/F	1 concrete bucket	0,8	0,7	1920	27,37	53,85	100	40,3	221,52	3,69	374,43
		1 concrete bucket	0,8	0,7	1920	25,08	46,61	88,01	41,18	200,88	3,35	412,90
34	K1 As 9/B	1 concrete bucket	0,8	0,7	1920	31,89	23,69	41,21	32,43	129,22	2,15	641,88
		1 concrete bucket	0,8	0,7	1920	28,31	24,47	53,89	30,25	136,92	2,28	605,78
35	K1 As 9/C	1 concrete bucket	0,8	0,7	1920	45,88	23,28	73,02	27,92	170,1	2,84	487,62
		1 concrete bucket	0,8	0,7	1920	23,67	23,13	57,49	23,06	127,35	2,12	651,31
36	K1 As 9/D	1 concrete bucket	0,8	0,7	1920	32,89	22,78	60,4	31,6	147,67	2,46	561,68
		1 concrete bucket	0,8	0,7	1920	37,78	23,32	58,97	30,88	150,95	2,52	549,48
37	K1 As 9/E	1 concrete bucket	0,8	0,7	1920	40,13	25,6	70,41	33,75	169,89	2,83	488,22
		1 concrete bucket	0,8	0,7	1920	41,22	24,08	68,94	32,54	166,78	2,78	497,33
38	K1 As 9/F	1 concrete bucket	0,8	0,7	1920	39,57	26,07	71,32	35,41	172,37	2,87	481,20
		1 concrete bucket	0,8	0,7	1920	40,33	25,88	69,77	34,9	170,88	2,85	485,39
Total					145920					14983,61	249,73	
Rata-rata						37,51	40,56	80,66	38,93	197,15	3,29	427,06

Lampiran 9. Denah Posisi Tower Crane



Lampiran 10. Dokumentasi Wawancara



Lampiran 11. Proses Perhitungan Waktu Siklus Alat Menggunakan *Stopwatch*



Lampiran 12. Pekerjaan Pengangkatan Tulangan Kolom



Lampiran 13. Pekerjaan Pengangkatan Bekisting Kolom



Lampiran 14. Pekerjaan Pengecoran Kolom Menggunakan *Concrete Bucket*



Lampiran 15. Hasil Wawancara**Laporan Hasil Wawancara**

Hari/Tanggal Pelaksanaan : 24 Maret 2023

Tempat Pelaksanaan : Proyek Pembangunan Gedung Pusat Informasi dan Perpustakaan Universitas Negeri Padang.

Narasumber : Bapak Suharianto, S.T., M.T., Bapak Alfian.AM, Bapak Wasino dan Kak Dwi Desi Ugayanda.

Hasil Wawancara

Pada tanggal 27 Februari 2023, informasi yang diperoleh dari beberapa narasumber yaitu belum adanya perhitungan produktivitas alat berat *tower crane* dikarenakan belum adanya waktu serta staf khusus untuk melakukan perhitungan. Narasumber juga memberikan informasi terkait kendala yang terjadi ketika pengoperasian alat berat *tower crane* yaitu pada saat pekerjaan pengecoran menggunakan *concrete bucket* pada tanggal 03 Maret 2023, bagian *trolley* pada *tower crane* tersangkut dan mengakibatkan pekerjaan pengecoran tertunda selama satu jam. Hal ini disebabkan mekanik yang kurang teliti saat melakukan pengecekan berkala terhadap *tower crane*. Narasumber juga menjelaskan bahwa kondisi cuaca seperti hujan badai dan angin kencang mengakibatkan alat juga berhenti beroperasi. Jenis *tower crane* yang digunakan, narasumber memberikan informasi bahwa *tower crane* yang digunakan merupakan tipe MC235 B yang merupakan milik pribadi dari pihak kontraktor Nusa Konstruksi Enjiniring dan untuk waktu kerja alat yaitu dari jam 08.00 sampai 22.00 WIB.

Lampiran 16. Catatan Konsultasi dengan Dosen Pembimbing



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
Jl. Prof. Dr. Hamka Kampus UNP Air Tawar Padang 25171
Telp. (0751) 7059996, FT: (0751) 7055644, 445118 Fax. 7055844
E-mail: info@ft.unp.ac.id



CATATAN KONSULTASI DENGAN DOSEN PEMBIMBING

Nama Mahasiswa : M Revandza Armanika
Jurusan/NIM : Teknik Sipil/20062030
Pembimbing : Risma Apdeni, ST., MT
Judul : Perhitungan Ulang Produktivitas dan Biaya Pengoperasian Tower Crane Pada Proyek Pembangunan Gedung Pusat Informasi dan Perpustakaan Universitas Negeri Padang

Tanggal	Topik Masalah yang Dibahas & Saran Perbaikan	Paraf Dosen
9 Maret 2023	- Penterahan Surat Pembimbing kepada dosen dan Penterahan Bab I - Masalah Pada Bab I diperkuat lagi.	
15/3-2023	Bab I. - Coba dapatkan perhitungan TC dari proyek agar diketahui apa yg perlu dihitung ulang - spesifikasikan teknis dibuat detail. (ini spesifikasikan proyek atau TC - Perhatikan cara & ketentuan penulisan. - Perbaiki sesuai masukan/koreksi.	
24/3-2023	Bab I - Dapatkan informasi dari proyek ttg keputusan penggunaan TC & mengapa TC dg kapasitas temb yg dipakai. > Pr bangunan lantai berapa mulai menggunakan TC > Apa pertimbangan penggunaan TC > Apa kriteria pemilihan TC dg kapasitas yg dipakai sekarang. - Perbaiki penulisan sesuai koreksi. - Belajar memahami apa yg dikoreksi. - Dapat dilanjutkan ke Bab II.	



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL

Jl. Prof. Dr. Hamka Kampus UNP Air Tawar Padang 25171
Telp. (0751) 7059996, FT: (0751) 7055644, 445118 Fax. 7055644
E-mail: info@ft.unp.ac.id



Tanggal	Topik Masalah yang Dibahas & Saran Perbaikan	Paraf Dosen
29/5-2023	<p>Bab II :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Buat poin yg jelas. Bila ada nomor 1, maka harus ada nomor 2. - Bila paparan A, C, D masih umum, maka paparan ttg crane dibuat setelah itu. - Masih banyak kesalahan tulis. - Perbaiki sambil dilanjutkan ke Bab 3. - Cek koreksi pd tulisan. 	
12/6-2023	<p>Bab III :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Perbaiki beberapa kesalahan penulisan. - Utk tempat, lengkapi dg peta lokasi proyek. - Rumus diberi nomor utk memudahkan pengacuan di Bab IV nanti. - Perbaiki sesuai koreksi dan dapat dilanjutkan ke Bab IV. 	
3/7-2023	<p>Bab IV :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Perhitungan sebaiknya utk lantai 2 sampai dak atap. - Hitung utk komponen struktur: kolom, balok & pelat. - Harus ada kriteria produktivitasnya. - Perbaiki sesuai koreksi. 	



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
 UNIVERSITAS NEGERI PADANG
 FAKULTAS TEKNIK
 JURUSAN TEKNIK SIPIL
 Jl. Prof Dr. Hamka Kampus UNP Air Tawar Padang 25171
 Telp. (0751) 7059996, FT: (0751) 7055644, 445118 Fax .7055644
 E-mail : info@ft.unp.ac.id



Tanggal	Topik Masalah yang Dibahas & Saran Perbaikan	Paraf Dosen
6/7-2023	<p>Bab IV</p> <ul style="list-style-type: none"> - Karena pekerjaan sudah selesai dan tidak bisa menghitung waktu siklus, batasi perhitungan hanya pd lantai 5. Nyatakan ini dalam Batasan Masalah di Bab I. - Utlc kriteria produktivitas, cantumkan menuju ke tabel mana. - Dapat dilanjutkan ke Bab V, lengkapi dg Daftar Pustaka. 	
17/7-2023	<p>Bab IV & V OK. Mintakan review dari dosen dalam bidang ilmu Alat Berat/Manajemen konstruksi, Bpk Dr. Ari Syaiful Rahman A, MT.</p>	
28/7-2023	<p>Hasil review OK. Persiapkan sesuai koreksi.</p>	
8/8-2023	<p>Ace kompre. Siapkan PPT utlc ujian Lengkapi dg lampiran³. Ujian dapat dilaksanakan mulai 15/8-23</p>	